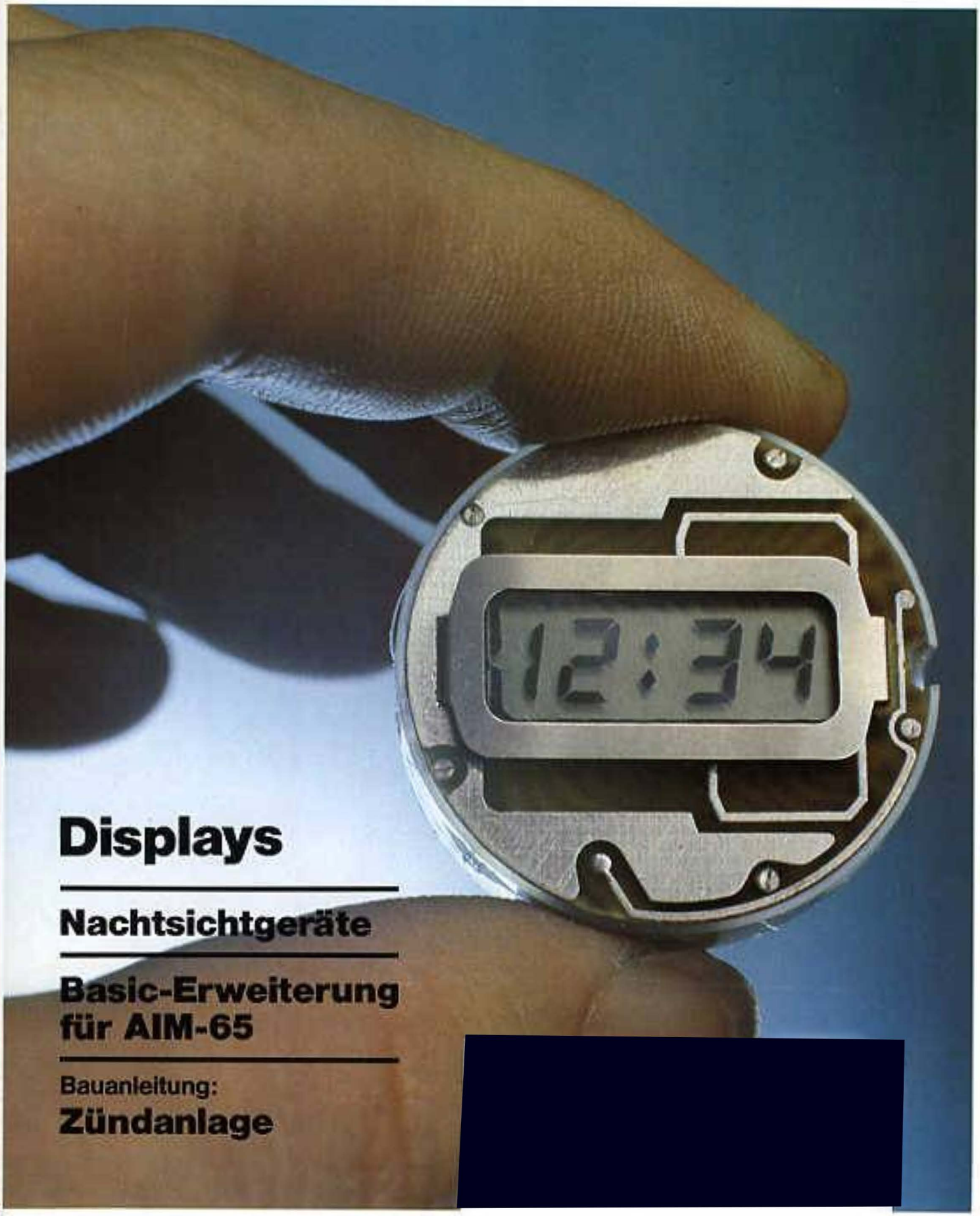
23. Januar 1981 · DM 4,– · öS 36,– · sfr 4,30 · Nr. 2

Funkschau

Rundfunk- und Fernsehtechnik, Elektronik, HiFi, Audiovision, Mikrocomputer



Displays

Nachtsichtgeräte

Basic-Erweiterung für AIM-65

Bauanleitung:
Zündanlage

Defizit in Kreativität?

Pessimismus macht sich breit: Die Leistungsbilanz ist in den roten Zahlen, ein kräftiger Konjunkturabwind steht ins Haus, die Energiekosten zehren die ohnehin schon bescheidenen Gewinne auf, die Staatskassen sind leer. Wo bleibt die zündende Idee, unsere Wirtschaftsprobleme zu lösen? Fällt uns nichts mehr ein? Wie machen es nur die Japaner, die offensichtlich das rauhere Klima zu ihren Gunsten nutzen? Haben die freundlichen Männer in Fernost etwa die Kreativität gepachtet, mit deren Hilfe sie unseren Auto-/Foto-/HiFi-Markt durcheinanderwirbeln?

Hierzu sind schon viele kluge Aussagen gemacht worden. Manche Gründe liegen auf der Hand: indirekte Handelsbarrieren für Exporte nach Japan, Beschränkungen bei Firmengründungen durch Ausländer, geringere Sozialleistungen der japanischen Unternehmen. Andere Gründe liegen in fernöstlicher Mentalität und Tradition, wie das langfristige Verknüpfen des eigenen Schicksals mit dem des Unternehmens. Aber erklärt das schon alles?

Eines der offenen Geheimnisse für das erfolgreiche Abschneiden der Japaner ist ihre Disziplin (worüber sich schon unser Wirtschaftsminister ausgelassen hat). Ein Gesprächspartner auf der Electronica meinte dazu: „Wenn ein Japaner sich in Europa bei der Konkurrenz umsieht, dann arbeitet er bis ein Uhr nachts. Wenn ein Europäer zum gleichen Zweck nach Japan fährt, dann vergnügt er sich ab ein Uhr mittags."

Mit Sicherheit ist es nicht die Kreativität, die den Japanern noch nie dagewesene Produkte in den Schoß fallen läßt. Autos, Spiegelreflexkameras und HiFi-Verstärker gab es schon vor der „japanischen Invasion". Was die Japaner auszeichnet, ist eine überlegte Produktpolitik, ein gründliches Marketing, beides auf einfachen Thesen aufgebaut.

Ein Produkt ist preiswerter, wenn man höhere Stückzahlen baut. Und mit einem preisgünstigen Produkt kommt man wiederum an Käuferkreise, die bis dato eine Güteklasse niedriger einstiegen. Ein Produkt ist billiger, wenn man höhere Qualität und damit weniger Ausschuß fertigt. Und da Menschen nun einmal Fehler machen (weil sie so genial sind), überträgt man die Produktion Automaten (und beschäftigt die Menschen mit Genialerem, als den lieben langen Tag Bauteile in gebohrte Löcher zu stecken).

Die Japaner haben erkannt, daß ihr Wirtschaftskapital die Geschicklichkeit ihrer Menschen ist. Das paart sich mit ihrer „Technologiebesessenheit": Sie setzen auf eine hohe Veredelungsleistung (was für die rohstoffarme Bundesrepublik in gleichem Maße gelten muß). Dies Bewußtsein hat sich bei uns noch nicht auf breiter Basis durchgesetzt: Wie will man sich sonst die Verteufelung der Mikroelektronik erklären.

In Japan macht man sich schneller als in Europa Neuentwicklungen zunutze – da ähnelt man etwas den Amerikanern. Es sind weniger die Basisinnovationen, die das schnelle Wachstum Japans erklären – das PAL-System, die Schrägspuraufzeichnung, der Bildschirmtext wurden schließlich in Europa geboren. In der schnellen und vor allem selektiv-gezielten Einführung solcher Entwicklungen sind uns die Kollegen in Fernost offensichtlich überlegen. Das liegt auch daran, daß es den Japanern noch nicht so gut geht wie uns: Wir können uns bereits den Luxus leisten, die Zukunft ideologisch statt technologisch abzusichern – aber können wir das wirklich?

Das Wichtigste aber scheint zu sein, daß wir eine Antwort auf die Fragen finden wollen. Gelegentlich kommt man um den Eindruck nicht herum, daß hier bereits die ersten Meinungsverschiedenheiten liegen: Der eine möchte die Initiative selbst in die Hand nehmen, der andere wartet auf staatliche Reglementierung. Zuviel Staat hat noch immer geschadet. Und wir sollten uns davor hüten, in Zukunft Ideologien als Exportartikel anbieten zu wollen: Mit gutem Rat macht man leider keine Menschen satt.

Leitartikel
Defizit in Kreativität 3

Leserbriefe
..... 6

FUNKSCHAU aktuell
Telefon im Fernsehempfänger 9
Laser für die VLP-Platte 9
Mit TI-99/4 ans Datennetz 9
Hoher Quantenwirkungsgrad 9
Murphy's Gesetze (6) 9
„Redundantes" 64-Kbit-RAM 10
In den Graben geschaut 10
Typecorder von Sony 10
Sonnentelefon 10
Es ist geschafft! 12
Viel Wind um die Stromerzeugung ... 12

Informationen
..... 36

FUNKSCHAU express
Aktuelle Nachrichten 45

Elektronik
Displays im Aufwind 49
Videlec AG:
Ein neuer Name bei LCDs 52
Weiterentwicklung 53
26 x 256-Punktmatrix 54
LED-Displays heute 55
Leitungssparende LED-Displays 57
Netzstörungen im Minicomputer 60

Fernsehtechnik
Taschenfernseher 51

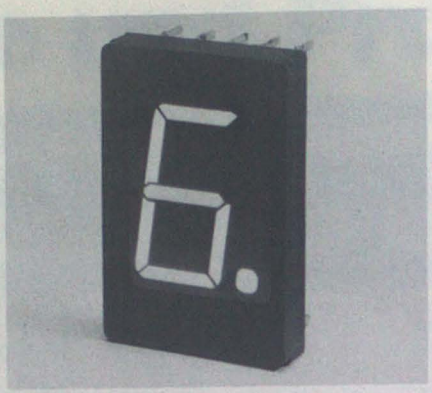
Rundfunktechnik
Die fortschrittlichste
MW-Sendeanlage der Welt 59

Professionelle Technik
Bei Nacht und Nebel 61
Eine große Fabrik für ein
kleines Nachtsichtgerät 63

Meßtechnik
Bestimmung von sehr kleinen
Widerständen 66
Mikrowellen-Detektoren 66

Grundlagen
Bauelemente in Theorie und Praxis,
27. Teil 67

Funktechnische Arbeitsblätter
Ot 51: Flüssigkristalle 69



Displays

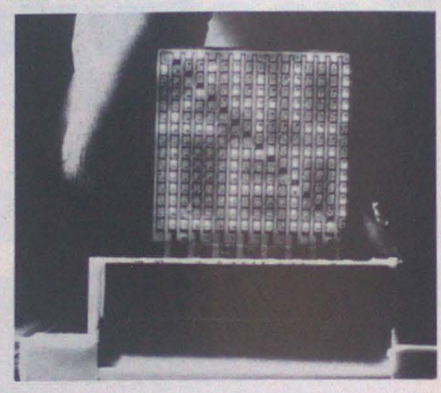
Displays eignen sich in besonderem Maße als Bindeglied zwischen der Elektronik und dem Menschen. Von ihrer einfachen Form, der Leuchtdiode, mit der sich z. B. Ein/Aus-Zustände signalisieren lassen, bis hin zur Flächen-Matrix-Anzeige mit 256 Zeilen zu je 256 Punkten zur Darstellung von Grafiken werden heute in allen Bereichen der Elektronik Displays eingesetzt – ein Grund, sich mit ihrer Technik auseinanderzusetzen.

Seite 49

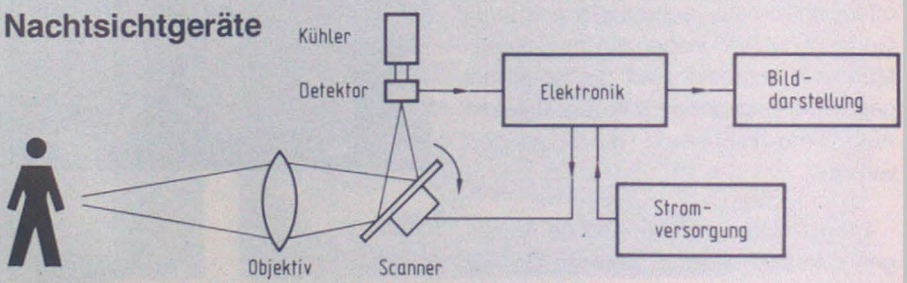
Leitungssparend

Flächendisplays mit LEDs sind um so schwieriger zu realisieren, je größer die Zahl der zu beschaltenden Dioden ist. Jenseits von 35 Elementen (wie sie für alphanumerische Anzeigen zum Einsatz kommen) kommt man mit der Zahl der Zuleitungen jedoch in erhebliche Schwierigkeiten. In unserem Beitrag werden verschiedene Lösungen für dieses Problem aufgezeigt: Unter anderem wird auch eine Variante vorgestellt, bei der sich 240 Dioden mit nur 16 Zuleitungen beschalten lassen.

Seite 57



Nachtsichtgeräte



In Heilbronn hat AEG-Telefunken eine Fabrik für Wärmebildgeräte (Nachtsichtgeräte) in Betrieb genommen. Diese Bildgeräte nehmen Wärmestrahlung der Objekte auf und verarbeiten sie zu erkennbaren Bildern. Auf 8100 m² entstanden zahlreiche Reinsträume und Laboratorien, vornehmlich zur Präparation des Halbleitermaterials für die Infrarot-Detektorzelle, von dem die Leistungsfähigkeit eines Wärmebildgerätes entscheidend abhängt.

Seite 63

Zum Titelbild:

Flüssigkristall-Displays sind heute Massenprodukte, wie das hier gezeigte einfache Uhrendisplay. Mit neuen Technologien wird es aber jetzt auch möglich, Matrixdarstellungen mit 50 000 Bildpunkten in Angriff zu nehmen: Ein erster Schritt in die Richtung auf den flachen Bildschirm. (Siehe auch „Taschenfernseher" in diesem Heft, Seite 51.) Farbige Displays waren auf der Electronica an mehreren Ständen zu sehen: Die Szene gerät wieder in Bewegung.

(Foto: F. Müller)

Flächenstrahler

Der aktive Vierweg-HiFi-Flächenstrahler Monolith von Grundig ist mit insgesamt 22 Lautsprechersystemen bestückt, die in drei senkrechten Zeilen angeordnet sind. Für eine optimale Schallabstrahlung

sorgt eine Schallwand mit einer Frontfläche von 184 cm x 68 cm. Der Verstärkerteil hat eine Nennausgangsleistung von 160 W, aufgeteilt auf vier Kanäle mit je 40 W. **Seite 73**

Gebrauchstest

HiFi-Anlagen im Mini-Format haben sich inzwischen einen festen Platz im Angebot der HiFi-Händler erobert; ein Blick in die Schaufenster beweist dies schnell. Sind diese Minis aber nur abgemagerte Nor-

mal-HiFi-Anlagen mit reduziertem Komfort, oder wurden die geringen Abmessungen durch ausgeklügelte konstruktive Maßnahmen erreicht? In einem Gebrauchstest zweier „Einsteiger"-HiFi-Anlagen – einer Mini- und einer Normal-Anlage – suchten wir eine Antwort auf diese Frage. **Seite 77**

Basic-Erweiterung

Mit einem rund 2 KByte umfassenden Programm läßt sich der Basic-Wortschatz der Mikrocomputer AIM-65 und PC-100 um 19 Befehle erweitern: Das Öffnen und Schließen von Files, das Korrigieren einzelner Zeichen in Programmzeilen oder der Einzelschritt-Betrieb sind nun kein Problem mehr. Das Zusatzprogramm findet im RAM-Bereich ab der Adresse 0220 Platz und muß daher bei Speichererweiterungen nicht verschoben werden. **Seite 79**

Ideal-Computer

Die heutigen Tischcomputer sind zweifellos wahre Wunderwerke; allerdings hätten die Hersteller noch einige Kleinigkeiten besser machen können, ohne allzuviel zusätzlichen Aufwand treiben zu müssen. Das fängt bei der Tastatur an und hört bei ausführlichen technischen Unterlagen noch längst nicht auf. Unsere „Wunschliste an Tischcomputer-Hersteller" soll aber auch dem Anwender bei der System-Auswahl helfen. **Seite 85**

Zündanlage

Die zur einwandfreien Zündung des Benzin-Luft-Gemisches in Verbrennungsmotoren erforderliche Zündfunkenintensität hängt ausschließlich vom Strom ab. In dieser Bauanleitung wird eine Zündanlage beschrieben, die eine hohe Stromstärke für den Zündfunken liefert. Zum besseren Verständnis der Funktion geht der Autor auch auf die grundsätzlichen Anforderungen an Zündanlagen ein. **Seite 87**

Elektroakustik mit HiFi

Lautstärke automatisch gesteuert ... 62
HiFi-Flächenstrahler Monolith 73
Zwei neue HiFi-Komponenten 76
Neue Aufnahmetechnik 76
Gebrauchstest:
Zwei HiFi-Einsteiger-Anlagen
im Vergleich 77
„Ping-Pong"-Aufnahme 78

Mikrocomputer

Pferdewetten mit Mikrocomputer ... 58
AIM-65-Basic-Erweiterung 79
Prüfsumme erkennt falsche Eingabe 84
Video-Treiber für den AIM-65 84
µC-Nachrichten 84
Der Ideal-Computer 85

Praxis & Hobby

Zündanlage mit fester Schließzeit ... 87
Steuerbarer Tiefpaß 4. Ordnung 91

Werkstattpraxis

VHF verrauscht 93
Konvergenzfehler 93
Kassettenrecorder läuft zu schnell 94
Statistik 94

Rubriken

Neue Bücher 95
Neue Druckschriften 96
Neuheitenmarkt 98
Impressum 12

letzte nachricht... letzte nachricht... letzte nachr

Zwei britische Ingenieure haben einen Fernsehempfänger entwickelt, der zur Stromversorgung Solarzellen benutzt. Das Gerät ist weniger als technischer Gag gedacht, sondern für den Einsatz in Ländern der Dritten Welt: Damit soll ein breiter Zugang zum künftigen Bildungsfernsehen über direktstrahlende Satelliten gewährleistet werden. Um die Zahl der (noch) teuren Solarzellen klein zu halten, wird eine Schwarzweiß-Bildröhre von neun Zoll Durchmesser verwendet. Auf preissteigernden Bedienungskomfort hat man verzichtet. Wenn das Gerät in den betreffenden Ländern bei niedrigen Löhnen zumindest montiert werden könnte, würde sich ein Preis von etwa 280 DM ergeben - zumal fallende Preise für Solarzellen das Vorhaben begünstigen. □

Lob und Tadel

Obwohl die neue Gestaltung der FUNKSCHAU ab Heft 23/1980 nicht großartig herausgestellt wurde, bekamen wir zahlreiche Zuschriften. Der Tenor war – für die Redaktion natürlich sehr erfreulich – durchaus zustimmend. Hier einige Meinungsäußerungen unserer Leser:

Gratulation

Ich darf der Redaktion zum neuen Layout gratulieren. Meiner Meinung nach ist die Zeitschrift wesentlich besser lesbar geworden. Daran dürfte auch die neue Überschriftengestaltung mitschuldig sein.
Übrigens hat auch ,,weltweit hören" ab Januar ein neues Layout.

Wolfgang Scheunemann,
Chefredaktion wwh,
Frankfurt

Gratulation zum neuen Bild der FUNKSCHAU...

Volker Wisse,
Braunschweig

Anerkennung

Ich möchte Ihnen meine Anerkennung zur Neugestaltung der FUNKSCHAU aussprechen. Besonders hat mich gefreut, daß Sie vermieden haben, Anzeigen in den Textteil einzubauen. So sehr Anzeigen zu einer aktuellen Zeitschrift dazugehören, wäre es doch eine Last, diese über Jahre aufheben zu müssen.

Stephan Leicht,
Groß-Gerau

News aus Opas Bücherschrank

Als ich Heft 23 der FUNKSCHAU 1980 durchblätterte, war ich zuerst verwundert, dann suchte ich vergeblich im Leitartikel die erwartete Aufklärung über die ungewohnte Aufmachung. Erst beim seitenweisen Durcharbeiten fand sich im ,,Verhau" unterschiedlicher Striche und Kästchen ein Hinweis auf das ,,Neue". Die jetzige Aufmachung erinnert mich sehr an Großvaters Funktechnische Zeitung, die vor fast 50 Jahren herausgegeben wurde; nur das Papier war damals gelblicher. Dem absolut nicht mehr zeitgemäßen Titelbild mit weißem Rand fehlt eigentlich nur noch der Büttenschnitt.
Als Gegenstück zu diesem Rückschritt erschien dann im Leitartikel des Heftes 24 das schöne ,,deutsche" Wort ,,News". Hat sich der Redaktionsstil wirklich so gewandelt, oder wirft hier ein neuer Chefredakteur eigenwillige Schatten voraus?

Wilhelm Thétard,
Aachen

Glückwunsch

Meinen herzlichen glückwunsch zu Ihrem neuen modernen design: es ist ausgezeichnet und strukturiert die fs wesentlich besser als bisher. Wenn ich trotzdem eine kritik anbringen darf: die titel der einzelnen artikel sind meiner unmaßgeblichen meinung nach zu groß: sie machen die lektüre etwas ,,ungemütlich".

Andreas Alexander Manz,
Barcelona

Meinen Glückwunsch zur gelungenen Verschönerung der FUNKSCHAU...

Reiner Kluth,
Köln

F'

Rundfunk contra Eurosignal

FUNKSCHAU 1980, Heft 24, Seite 76

Das Eurosignal – eine gute Idee – setzt sich immer mehr durch. In regelmäßigen Abständen meldet die DBP neue Erfolgszahlen.
Doch das Konzept – ausgewählt von dem Verwalter eines unserer unvermehrbaren Güter, der Funkfrequenzen – ist bezogen auf Frequenzwahl, Modulationsart und Beeinflussung anderer Funkdienste nach dem Motto gewählt: Was kümmern mich die anderen, entscheidend ist, daß dieser Funkdienst funktioniert!
Doch noch sind nicht alle Chancen vertan! Noch besteht die Möglichkeit, die Sender auf FM umzustellen und neue FM-Empfänger zu entwickeln. Kein AM-Empfänger müßte deswegen auf die Halde geworfen werden, bei der erprobten Frequenzverschiebung können diese über Jahre hinaus noch ihren Dienst tun. Doch je später dieser Entschluß gefaßt wird, je größer sind die Folgen.
Zu erinnern ist an die Festlegung des 5-bit-Codes für Fernschreibmaschinen, der vor Jahrzehnten wegen einiger hundert betriebener Fernschreiber anstelle eines 6-bit-Codes eingeführt wurde und erst in Zukunft durch Teletex überwunden wird und der sehr späte Entschluß der Deutschen Bundespost, die neu entwickelte, analoge Fernsprechvermittlung EWS aufzugeben und durch digitale Systeme zu ersetzen.
Frage an die Deutsche Bundespost: Wer zeigt Mut zu Konsequenzen? Eine Abstimmung mit dem einzigen europäischen Partner, Frankreich, müßte doch möglich sein!

Dipl.-Ing. Wilhelm Tombült,
Leverkusen

F'

Benutzerfreundliche Phonogeräte

Sicherlich ist es mehr ein Modetrend denn Unachtsamkeit, daß man die neuen Generationen der Plattenspieler offenbar weltweit nur noch mit den Drehzahlen 33/min und 45/min ausstattet, ohne daran zu denken, daß es doch noch sehr viele Schallplattenfreunde gibt, die in ihren Sammlungen historisch wertvolle alte Platten für die Drehzahl 78/min besitzen. Mit neuen Geräten lassen sich diese Platten eben nicht mehr abspielen.
Es ist mir unverständlich, daß z. B. eine Neuentwicklung einer prominenten Firma aus der Schweiz mit dem aufwendigen Tangentialabtastverfahren nicht auch neben den beiden Drehzahlen 33 und 45 zumindest 78/min als Sonderausführung zusätzlich vorsieht, obwohl die Drehzahlen digital durch Teilung von einer Quarz-Frequenz abgeleitet werden und eine zusätzliche Teilerstufe doch nur einen vernachlässigbaren Aufwand darstellt. Selbst die erforderliche konstruktive Vorkehrung für den Austausch der Abtastnadel sollte keine unüberwindbaren Schwierigkeiten bereiten.
Vielleicht sind diese Zeilen eine Anregung für die Industrie, die Wünsche von einer Minderheit auch noch in ihr Konzept aufzunehmen.

Norbert Hess,
Altrich

F'

Kundenbetreuung

FUNKSCHAU 1980, Heft 24, Leserbrief Seite 6

Mit Freude habe ich die Zuschrift zu dem Thema ,,Kundenbetreuung" gelesen. Auch ich habe mich mit diesem Problem herumgeärgert und ähnliche Erfahrungen wie Herr Reiter gemacht.
Als Funkamateur bin ich der Meinung, daß man seine Geräte möglichst selbst reparieren sollte, und dazu benötigt man leider hin und wieder spezielle Ersatzteile. So bekam ich von der ITT-Vertretung in Stuttgart keinen Ersatztonkopf für meinen Kassettenrecorder mit der Begründung, daß auf den Handel Rücksicht genommen werden müßte. Das gleiche Problem hatte ich mit Wega in Fellbach und mit Grundig.
Von einigen japanischen Herstellern habe ich gehört, daß diese wesentlich kundenfreundlicher sind.
Auch wurde mir von Dual sehr zuvorkommend geholfen. Ich werde die Diskussion darüber interessiert weiterverfolgen und darf Ihnen versichern, daß dieser Ärger meine künftigen Kaufentscheidungen beeinflussen wird.

Werner Barth,
Esslingen-Zell

Industrie

National Panasonic GmbH ist der Name für die neue gemeinsame Vertriebsgesellschaft der Matsushita Electric. Sie entstand durch Fusion der beiden unabhängig voneinander operierenden Vertriebsgesellschaften National Panasonic Vertriebsgesellschaft mbH und Matsushita Electric Sales (Europe) Verkauf mbH. Mit der Fusion zieht man auch in ein neues Verwaltungsgebäude in Hamburg-Bahrenfeld. Beide Gesellschaften dürften im letzten Jahr einen Umsatz von etwa 300 Mio. DM erreicht haben.

PD Magnetics heißt ein Joint Venture von Dupont de Nemours und Philips auf dem Gebiet der Magnetbänder, das am 1. Januar seine Arbeit aufgenommen hat. Beide Unternehmen haben sich darauf geeinigt, sich mit jeweils 50 % an der Magneetbandfabriek Oosterhout BV zu beteiligen (die bislang ein reines Tochterunternehmen von Philips war). Nach Aussage eines Philips-Sprechers erhofft der Elektrokonzern von der Kooperation eine Verbreiterung der wirtschaftlichen Basis des Werks Oosterhout, das gegenwärtig rund 250 Mitarbeiter beschäftigt.

Die Itel Corp., San Francisco, ist wieder einmal ins Gerede gekommen. Nachdem man vor einigen Jahren durch eine überhastete Diversifizierung im Computergeschäft in Schwierigkeiten geriet, die eine Aufgabe dieses Geschäftszweigs erzwangen, ist jetzt erneut das gesamte Vermögen durch verlustreiche Leasinggeschäfte verlorengegangen. Man spricht davon, daß das Unternehmen bei einem Umsatz von 160 Mio. Dollar Gesamtschulden von weit mehr als 1 Mrd. Dollar hat.

Nach neuesten Angaben wird die Produktion von Videorecordern in Japan im kommenden Jahr um fast 40 % auf insgesamt 6,15 Mio. Stück gesteigert werden. 1979 waren es noch 2,3 Mio, für 1980 werden 4,45 Mio. Stück genannt – das wäre fast eine Verdreifachung in drei Jahren!

Die größte europäische Verlagsgruppe, der französische Hachette-Konzern (1980 ca. 3 Mrd. DM Umsatz) wird nach Aktienaufkäufen jetzt praktisch von dem französischen Mischkonzern Matra kontrolliert. Der Matra-Umsatz liegt in der gleichen Größenordnung, das Unternehmen ist über Videotextsysteme und Satelliten bereits in der Kommunikationsbranche. Daneben werden Autos gebaut (Matra-Simca-Bargheera) sowie Kleincomputer und Quarzuhren. Hauptumsatzträger sind allerdings – Waffen.

Am 22. März 1981 weil RCA die Einführung seines Selectavision-Systems am amerikanischen Markt starten. In einer generalstabsmäßig vorbereiteten Aktion werden die Bildplattenspieler über 5000 ausgewählte Händler zu einem Preis von 500 Dollar auf den Markt gebracht. Das zugehörige Plattenmaterial wird zu Preisen zwischen 15 Dollar und 28 Dollar angeboten werden. Für den Start soll es anfangs 25 Titel geben. Der Audio-Kanal wird anfangs nur in mono angeboten; später soll eine Stereo-Version folgen.

Die Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH hat seit Anfang des Monats wieder eine eigenständige Vertriebsorganisation. Wie der Vorstandsvorsitzende von Telefunken, Josef A. Stoffels, mitteilte, ist diese organisatorische Maßnahme ein Vorgriff auf das geplante neue Vertriebskonzept. Das Vertriebsnetz umfaßt 14 Niederlassungen und 25 Kundendienststützpunkte. Weiter war zu erfahren, daß die Gesellschaft sich mit 25 % an dem argentinischen Hersteller von „brauner" Ware, Sigis, beteiligt hat. Telefunken liefert Bausätze für Farbfernsehgeräte der 51- und 66-cm-Klasse, die seit Juni 1980 bei Sigis in PAL-N-Norm gefertigt werden.

Die amerikanischen Corning Glass Works unterstützten die VR China beim Bau einer Fabrik für die Herstellung von SW-Bildröhren-Kolben. Corning wird die 28 000-m^2-Fabrik planen, zum größten Teil ausrüsten und die Produktion starten. Der Grundstein soll im März 1981 gelegt werden, die Produktionaufnahme ist für Mitte 1983 geplant mit einer Endkapazität von 4 Mio. Bildröhrenkolben jährlich. Corning wird die Fabrik übrigens zehn Jahre lang betreuen; das Unternehmen hat bisher zwölf Glasfabriken für Fernsehbildröhrenkolben in der Welt eingerichtet.

Die Beyschlag GmbH, Spezialfabrik für Widerstände in Heide i. H., wird mit dem Jahr 1981 eine Kooperation mit der amerikanischen Fabrik für drahtgewickelte Widerstände Ohmite Manufacturing Company, Skokie/Illinois, eingehen. Die 1925 gegründete Firma Ohmite beschäftigt in drei Werken rd.

STARTlöcher

Bahnreisende werden sich in den letzten zwei Monaten gelegentlich gewundert haben, wenn man am Schalter größerer Bahnhöfe oder Reisebüros eine Fahrkarte kaufen wollte. Da wurde nicht der vertraute Durchschreibeblock herausgeholt, sondern man eilte an ein START-Computerterminal, um sich die Fahrkarte von einem Drucker schreiben zu lassen – richtig mit Preis und Kilometerangabe. Das Problem war nur: Der Wunsch war schnell in den (fernen) Rechner eingegeben – aber die gedruckte Antwort ließ auf sich warten. Wir haben das getestet. An einem Tag Mitte November mußten wir den Versuch nach 25 Minuten abbrechen, – weil uns sonst der Zug davongefahren wäre.

Die Redaktion ist den Dingen nachgegangen und hat folgendes herausgefunden:

Das START-System, eine Buchungsgemeinschaft der DB, der Lufthansa, der TUI und einiger anderer Reisebüros, kann derzeit etwa 600 Ziele in 70 Ländern „ansprechen" – von der Urlaubsreise bis hin zur Bahnfahrkarte. Die hohe Akzeptanz der Terminals in den Verkaufsstellen führte zu Antwortzeitproblemen, da zunächst nur zwei Rechner mit der Bewältigung des anfallenden Datenverkehrs beschäftigt waren: Mitte November waren rund 1300 Terminals in der Bundesrepublik in Betrieb, obgleich das ganze System noch in der Erprobungsphase läuft.

Mittlerweile ist ein dritter Rechner hinzugekommen (wie die Vorgänger vom Typ Siemens 7.760), so daß jetzt etwa 300 000 Transaktionen pro Tag durchgeführt werden können. Testkäufe am Schalter zeigen, daß zumindest während der ruhigeren Stunden die Antwortzeit auf etwa 5 Sekunden zurückgegangen ist.

Ein Tip für alle, die doch mal in Zeitnot geraten: Man kann die Fahrkarten auch beim Zugschaffner kaufen, sofern man sich nicht gerade in einem Nahverkehrszug mit S-Bahn-Charakter befindet (für diese Strecken gibt's ja Automaten).

1000 Mitarbeiter, sie produzieren Drahtfest- und Drahtregelwiderstände, variable Transformatoren, Leistungswandler, Leistungsschalter und Leistungsrelais. Aus der Partnerschaft von Beyschlag als Spezialist für Schichtwiderstände kleiner Leistung und Ohmite ergibt sich für Europa ein qualifiziertes Angebot an Widerständen von $^1/_{10}$ bis zu 1000 Watt Belastbarkeit. Beyschlag erwägt auch die Lizenzfertigung von Drahtwiderständen in Heide.

Handel

Umschichtungen auf dem Kassettenmarkt scheinen Preiskämpfe auszulösen. Bei den Fe-Kassetten nimmt das Angebot an Billigsttypen (häufig mit unzulänglicher Mechanik) zu. Aber auch Kassetten mit guter Bandführung und Eisenoxid-Bändern (wie die Sony CHF-60) sind schon für 2,50 DM im Handel. FeCr-Bandtypen scheinen sich – verglichen mit dem Vorjahr – auf dem Rückzug zu befinden: Der Preis für eine 60-Minuten-Kassette hat sich um die 6,– DM herum eingependelt. Für CrO_2-Kassetten wird kaum mehr verlangt: Das TDK-SA-Band geht für 6 DM weg. Das neue TDK-SA-X liegt bei 8 DM (alles Endverbraucherpreise für 60 Minuten Spieldauer, bei Abnahme von 10 Stück, ermittelt in München). Metallband-Kassetten spielen am Markt noch keine große Rolle.

Bei Schallplatten und MusiCassetten dürften sich die Erwartungen der Händler und Produzenten im abgelaufenen Jahr nicht erfüllt haben. Der Bundesverband der phonografischen Wirtschaft geht nach den Neun-Monats-Zahlen von einem Minus in Höhe von 3 % gegenüber dem Vorjahr aus. Niedrigpreisprodukte sind rückläufig, Zuwachsraten haben allenfalls noch Langspielplatten der gehobenen Preisklasse. Am stärksten gedrückt sind MusiCassetten: Hier ist eine deutliche Verlagerung auf die Leerkassetten zu verzeichnen.

Wie die Saba GmbH mitteilt, sind aus Gründen der Rentabilitätssicherung ab Januar 1981 Preiserhöhungen zwischen drei und fünf Prozent für alle Produktgruppen unumgänglich. Weitere Preisanhebungen für Farbfernsehgeräte, HiFi-Anlagen, Radiorecorder und Uhrenradios im laufenden Jahr werden vorausgesehen, um Materialkostensteigerungen auffangen zu können. *Die Frage wird allerdings sein, ob der Markt auf allen Gebieten Preiserhöhungen hergibt. Die Farbfernsehgeräte-Umsätze stagnieren auf hohem Niveau, bei den HiFi-Anlagen dürfte ab Frühjahr die Funkausstellung in Berlin ihre Schatten in Form von Kaufzurückhaltung des Endverbrauchers vorauswerfen, und bei der „Henkelware" tobt ohnehin ein Preiskampf mit Billigware aus Korea und Taiwan. Die Zeichen stehen wenig günstig für die Hersteller.*

Mattel und Milton-Bradley, die beiden größten Hersteller von elektronischem Spielzeug, sind mit der Entwicklung des Marktes unzufrieden. Obgleich MB einen Umsatzzuwachs von über 140 % (!) gegenüber dem Vorjahr auf diesem Gebiet erzielt hat, will man nach einem Bericht des Television Digest seine erst vor $1^1/_2$ Jahren eröffnete Fabrik in der Karibik wieder schließen. Von Mattel wird berichtet, daß der Gewinn im zweiten Halbjahr zurückging, weil man auf Grund fehlender Händlerorders auf Beständen sitzengeblieben ist.

Medien

Die Medienreport Verlags-GmbH und die Sony Deutschland haben beschlossen, gemeinsame Video-, Planungs- und Trainingsseminare anzubieten. Die ersten Seminare zum Thema „Einsatz von Dia-AV" beginnen im März/April 1981 in Köln und Stuttgart.

Der Düsseldorfer Btx-Rechner zeigt sich gegenwärtig recht anfällig: Seit Ende November gibt's immer wieder Unterbrechungen bei der Eingabe. Den Fehler hat man bislang noch nicht lokalisieren können.

Für die Dauer von zwei Jahren hat der britische Innenminister Whitelaw die Genehmigung für bezahltes Kabelfernsehen gegeben. 12 Versuchsprojekte sind davon betroffen. Die Programmpläne müssen dem Innenministerium zur Genehmigung vorgelegt werden. Die Betreiber der Netze dürfen bei Sportübertragungen keine Exklusivverträge abschließen, das gleiche gilt für Unterhaltungsprogramme von „nationaler Bedeutung". Vor 22 Uhr dürfen keine Programme laufen, die im Kino ausschließlich Erwachsenen vorbehalten sind. Werbung ist untersagt. In England gibt es gegenwärtig etwa 2,5 Mio. Haushalte, die an Kabelfernsehen angeschlossen sind.

Japans Zukunft

Für 400 Dollar kann sich jedermann bei der Japan Electronic Industry Development Association einen 626 Seiten starken Bericht über die Zukunft der japanischen Elektronik-Industrie bestellen. Herausgegeben wird er von der Fuji Corporation. Der Band berichtet über die erwarteten Entwicklungen im Bereich der Unterhaltungs-Elektronik, in der Industrie-Elektronik und bei elektronischen Bauelementen für die Zeitspanne bis zum Ende dieses Jahrzehnts.

Zu den wesentlichen Aussagen gehören durchschnittliche Wachstumsraten in der Elektronik von etwa 8,5 % für die erste Hälfte der 80er Jahre und 8 % für die zweite. Dabei schneidet die Industrieelektronik mit einem jährlichen Zuwachs von über 10 % besonders gut ab, während die Erwartungen in der Unterhaltungselektronik von + 5,2 % p. a. (bis 1985) auf + 2,6 % (zwischen 1985 und 1990) zurückgehen.

Größere Verschiebungen im japanischen Markt selbst erwarten nicht einmal die Herausgeber des Berichts. Das Verhältnis Importe zu Exporte betrug im Jahr 1978 knapp 14 %, es soll bis 1985 langsam auf 15,7 % steigen und auch 1990 erst 18,7 % erreichen – wohlgemerkt: auf dem Elektronik-Gebiet.

Auf der anderen Seite will die Zeitung „Asahi Shimbun" erfahren haben, daß Japan zu Zugeständnissen in der Frage der Auftragsvergabe von seiten der japanischen Post (NTT) an ausländische Unternehmen bereit gewesen sei. Insbesondere habe man sich einverstanden erklärt, Beschaffungen der NTT im Wert von 900 Mio. Dollar in den für internationale Anbieter offenen Markt einzubeziehen. Das Land sei auch bereit, Computer für Ausbildungszwecke sowie zum Einsatz in der Verwaltung im Wege der offenen Ausschreibung zu beschaffen: Damit würde das Gesamtvolumen auf etwa 1,5 Mrd. Dollar anwachsen.

Zur Person

Roger Woolnough, langjähriger Chefredakteur der Zeitschrift „electronics weekly" und erfahrener Kenner der britischen Elektronik-Szene, hat sich als redaktioneller Berater der Zeitschrift TEST! angeschlossen. Hauptberuflich wird er allerdings in Zukunft als freier Journalist arbeiten.

J. H. Schakel wurde mit Wirkung vom 1.1.1981 zum neuen Mitglied der Geschäftsführung der Alldephi berufen. Er löst Paul Hinse ab, der Ende des Jahres in den Ruhestand getreten ist. Schakel ist seit 25 Jahren bei Philips, er leitete zuletzt die Industriegruppe Bild- und Empfängerröhren.

Dr. Friedrich Kuhrt, Siemens-Vorstandsmitglied und zuständig für die Medizintechnik im Konzern, wurde die Würde eines Ehrensenators der Universität Erlangen verliehen. In der Laudatio wurden seine Bemühungen um die Forschungsförderung herausgestellt.

Wolfgang Oppermann, Produktmanager bei Fisher HiFi, übernimmt zusätzliche zu seinen Aufgaben die Leitung der Presseabteilung, nachdem der bisherige Pressechef Peter W. Kaschner künftig freiberuflich arbeiten wird.

Auch Saba hat einen neuen Pressechef: **Hans-Werner Klann** (53) kommt von der Frankfurter Henninger-Brauerei, wo der gelernte Journalist in den letzten Jahren für die Pressearbeit zuständig war.

Ab 15. Januar hat die Grundig AG wieder einen Vorstandsvorsitzenden. **Kurt W. Hackel,** der zum Jahresende bei NCR ausgeschieden ist, wird dann in Fürth den Chefsessel einnehmen.

Conrad Ahlers, Intendant der Deutschen Welle, verstarb am 19.12.1980 infolge eines Herzinfarktes. Noch drei Tage zuvor hatte er in Köln das neue Ausbildungszentrum für Hörfunkfachleute eingeweiht, in dem Journalisten und Techniker aus der Dritten Welt geschult werden. In den vergangenen zwölf Jahren wurden bei der Deutschen Welle etwa 600 Stipendiaten ausgebildet.

Veranstaltungen

Die 11. Europäische Mikrowellenkonferenz wird in Amsterdam vom 7.–11.9.1981 abgehalten. Das Programm erstreckt sich von Nachrichtensystemen über die Satellitentechnik, Hörfunk und Radar bis hin zu Radioastronomie und medizinischen Anwendungen der Mikrowellentechnik. Bei Bauelementen werden besondere Schwerpunkte in der Subnanosekundentechnik und bei monolithischen Schaltkreisen in GaAs-Technologie liegen. Weitere Informationen gibt es beim Konferenz-Vorsitzenden, Dr. M. T. Vlaardingerbroek, c/o Philips Elcoma EH 5, NL-5600 MD Eindhoven, Niederlande.

Die 68. Convention der Audio Engineering Society (AES) wird vom 17. bis 20. März 1981 im Hamburger Congress Centrum CCH stattfinden. Eine Fachausstellung bietet parallel einen Überblick über das Angebot an professionellen Audio-Erzeugnissen. Informationen sind bei Sennheiser Electronic, 3002 Wedemark, erhältlich.

Eine neue Fachausstellung für Elektrotechnik und Elektronik findet unter dem Namen Eltefa vom 8.–10.10.1981 in Stuttgart statt. Sie wendet sich an Handwerk, Handel und Gewerbe im südwestdeutschen Raum. Die Ausstellung löst die bisherige Elfa ab; sie soll in zweijährigem Turnus abgehalten werden.

Auf der Mikro-Elektronika '81 vom 25.–29. Juni 1981 soll erstmals gezielt das Angebot an Maschinen und Geräten mit mikroelektronischen Bausteinen vorgestellt werden. In der Halle Münsterland in Münster (Westf.) will man sich auf solche Produkte konzentrieren, die auch in Klein- und Mittelbetrieben, vor allem aber im Handwerk, eingesetzt werden können. Paul Schnitker, Präsident des Zentralverbands des Deutschen Handwerks, wird voraussichtlich die Schirmherrschaft über diese (noch im Planungsstadium befindliche) Messe übernehmen.

Die Video '81, Messe für den Endverbraucher, wird ihr Debüt am 4. April 1981 im Hamburger Planetarium geben. In dem Kuppelbau werden die neuesten Videotechnologien der klassischen Projektionstechnik in Planetarien gegenübergestellt. In Zusammenarbeit mit der Phonogram werden täglich Klassik-Shows in PCM-Technik gezeigt. Die Messe läuft bis zum 11. April. *Die Überschneidung des Termins mit den Haupttagen der Hannover-Messe muß auf den ersten Blick wenig glücklich erscheinen, dürfte dies doch zumindest die publizistische Resonanz in der Fachpresse mindern.*

Der Tagungskalender des VDI für 1981 liegt vor. Er kann beim VDI in Düsseldorf, Postfach 1139, bezogen werden. Auf vier Tagungen sei hier besonders hingewiesen: Die VDI-Hauptgruppe Technikbewertung trifft sich am 6./7.2.81

Paul Metz wird 70

Paul Metz, am 24. Januar trotz gegenteiligen Anscheines wirklich 70 Jahre alt, verkörpert einen der ganz wenigen noch tätigen Privatunternehmer in der arg gebeutelten Branche der HiFi- und Fernsehgerätehersteller. Dank einer dreifachen Begabung – kaufmännisches Geschick, technisches Gespür und organisatorisches Talent – führte er eine kleine Transformatorenwickelei aus den 40er Jahren über alle Fährnisse hinweg zu seinem Unternehmen von der heutigen Bedeutung. Rechtzeitig nahm er die Herstellung von Fotoblitzen auf, sozusagen als weiteres Bein, baute eine ultramoderne, fast vollautomatische Fabrik für Holzgehäuse und modernisierte immer und immer wieder die Gerätefertigung. Das zusammen war mit ausschlaggebend für die Tatsache, daß das Haus Metz wuchs und gedieh, während rechts und links die Privatunternehmen dahinschwanden. Eine durchdachte Vertriebspolitik ohne Winkelzüge, eine dosierte Großzügigkeit in allen Kulanzfragen und andere gute Verhaltensweisen verliehen dem Namen Metz einen hervorragenden Klang. Paul Metz, von seiner tüchtigen Frau auf das Beste unterstützt, ist geblieben, was er immer war: bescheiden, dem Sport in Maßen zugewandt, dazu sparsam und dem Qualitätsgedanken verschrieben – eine gute Mischung, wie sie eigentlich nur Nürnberg, sein Geburtsort, hervorbringen kann. K.T.

in Düsseldorf zum Thema „Welche Bedürfnisse steuern die technische Entwicklung?". Vom 1. bis 4. Juni findet in Berlin der diesjährige Deutsche Ingenieurtag '81 statt unter dem Motto „Technik im Dienste des Menschen"; in diesem Zusammenhang findet auch die Fachtagung „Meßtechnik zur Sicherung der Qualität" am 3.6.81 statt. Vom 5. bis 6. 10. – wiederum in Düsseldorf – wird die Tagung „Leiterplatten – Bestückung und Prüfung heute" abgehalten.

Noch eine neue Messe wird es auf dem Gebiet der Prozeßsteuerung und Instrumentierung in diesem Jahr geben. Der britische Veranstalter ITF (Industrial and Trade Fairs Ltd.) plant vom 9.–12. Juni 1981 in Londons Earls Court die PSI '81 – Process Systems and Instrumentation Exhibition. Zur gleichen Zeit läuft dort die Component '81. Wie der Veransalter offen zugibt, zielt man auf die Lücke zwischen der Mesucora (1982 in Paris) und Interkama (1983 in Düsseldorf). Wie ein Sprecher der Gesellschaft erklärt, sei der Termin auf Drängen der britischen Industrie zustande gekommen.

Die Hobby-tronic '81 (12.–15.3.81 in Dortmund) wird mit einer besonderen Attraktion aufwarten. In einer Sonderschau werden die Besucher über die historische Entwicklung der Elektronik als Freizeit-Sammler-Gebiet unterrichtet. „Dampfradios", Detektorempfänger, historische Funkgeräte und Röhren aus den Anfängen der Elektronik werden präsentiert. Die Hobby-tronic ist die größte populär-fachliche Elektronikausstellung in Europa. Der Veranstalter rechnet mit 170 Ausstellern, was gegenüber dem Vorjahr ein Zuwachs von rund 20 % wäre.

21 Fachtagungen werden während der diesjährigen Hannover-Messe (1.4. bis 8.4.) laufen. Sechs davon stehen mit dem CeBIT-Centrum in Zusammenhang – vom Fachforum „Datensicherung" bis zu „Stand und Entwicklung neuer Dienste für die Büro-Kommunikation". Zum „klassischen" Bestand gehören u. a. das Bauelemente-Symposium und die Tagung der Postingenieure.

kreuz und quer

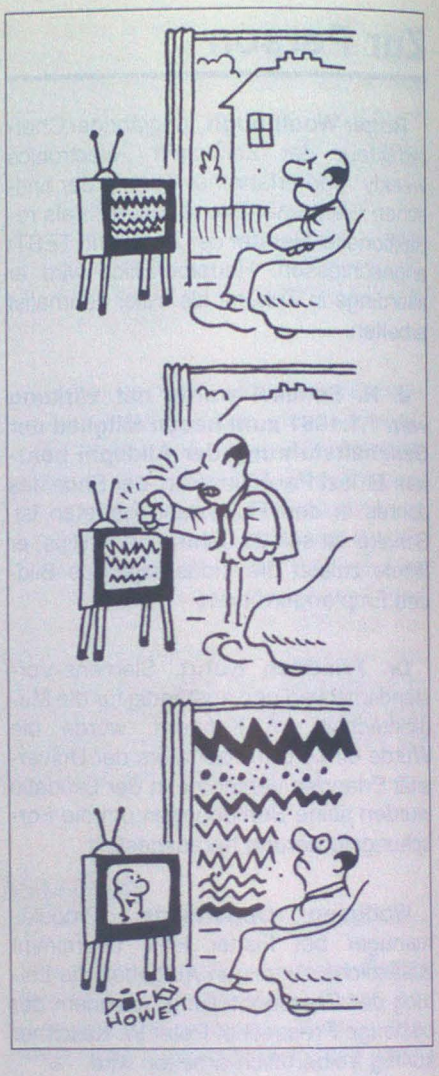
Die DIN-Normen wird es ab Frühjahr 1981 quasi im „Westentaschenformat" geben: Sie werden als Mikrofilme herauskommen. Das in der Papierausgabe rund 800 kg schwere gesamte deutsche Normenwerk läßt sich dann in einem besseren Koffer transportieren.

Seit 1. Januar hat die Zentralstelle für Dokumentation Elektrotechnik ihre Tarife für die Anschlußzeiten an die Datenbanken gesenkt. Die Stunde kostet jetzt nur noch 175 DM (gegenüber bisher 210 DM). Der Grund liegt in stark angestiegenen Nutzerzeiten. Bei Ausnutzung der günstigen Blocktarife kann man fast bis auf 50 DM für eine Recherche herunterkommen.

Die erste kommerzielle Kurzwellenstation hat in den USA die Betriebserlaubnis der FCC erhalten. Sie steht in Hawaii und wird von der Billy Graham („Gottes Maschinengewehr") Evangelistic Association betrieben.

Der Kurzfilm „Band läuft" von Agfa-Gevaert hat das Prädikat „wertvoll" von der Filmbewertungsstelle erhalten. Der Film zeigt, wie ein Magnetband entsteht und wie es funktioniert.

Die neuen Kroll-Taschenbücher für die Presse sind erschienen. Diese unentbehrlichen Nachschlagewerke für alle, die mit Journalisten zu tun haben, gibt es für die Arbeitsgebiete Wirtschaftspresse, Luft- und Raumfahrt, Naturwissenschaft und Medizin, Datentechnik, Rundfunk-Fernsehen-AV, Energiewirtschaft und für weitere sieben Gebiete beim Kroll-Verlag, Bergstr. 10, 8031 Seefeld zum Preis von 27 DM.



Knüppel über den Kopf

Das Bundeskabinett hat die Absicht verkündet, den § 34 Abs. 4 des Einkommensteuergesetzes zu streichen. Der Paragraph besagt, daß Arbeitnehmer (und bestimmte Freiberufler) für Nebeneinkünfte aus wissenschaftlicher, künstlerischer oder schriftstellerischer Tätigkeit nur den halben Steuersatz zahlen. Diese Vergünstigung gibt es seit Anbeginn der Bundesrepublik. Von ihr haben vor allem Autoren der technisch-wissenschaftlichen Publikationen Vorteile gehabt.

Und damit trifft dieser Entscheid auch die FUNKSCHAU: Jeder Autor wird die Erfahrung gemacht haben, daß Honorare nur schwer einen Ausgleich für die zeitlichen Aufwendungen geben können, die für einen technischen Beitrag zu leisten sind. Der erwirtschaftete „Stundenlohn" liegt zumeist unter den Sätzen, die als Mindestvergütung für angelernte Arbeiter gelten. Wenn Autoren nicht ohnehin schon in hohem Maße motiviert wären, ihre Ideen und Gedanken zu publizieren, wäre es mit der Vielfalt im deutschen Fachzeitschriftenwald längst vorbei.

Der Steueranreiz war stets ein kleines Trostpflaster und schaffte hier einen Ausgleich. Viele werden sich in Zukunft fragen, ob es nicht mehr Anreize gibt, statt zu schreiben Tennis zu spielen. Es wird weniger publiziert werden, neue Impulse (gerade auch von Außenseitern) werden spärlicher fließen. Hat nicht erst kürzlich aus Bonn jemand verlautet, das frühere technische Führungsland Deutschland würde zunehmend ins Hintertreffen geraten? Eigentlich kein Wunder, wenn man seinen Ingenieuren ständig (und hier aufs Neue) eins über den Kopf gibt. *Kp.*

Displays im Aufwind

Aus unserer allgemeinen Berichterstattung über die Electronica '80 wurde das Thema „Displays" ausgeklammert und nun in diesem Heft als Sonderthema behandelt. Der Grund dafür war für die Besucher der Messe auch nicht zu übersehen: Überall auf den Ständen blinkte, leuchtete oder flimmerte eine Fülle von Anzeigen in verschiedenen Größen und mit unterschiedlichem Informationsgehalt; kurz gesagt: Displays stehen unter den Bauelementen in der Bedeutung ganz weit vorn.

Der Grund für die heutige Bedeutung von elektronisch steuerbaren Anzeigen ist darin zu suchen, daß die Elektronik selbst immer mehr Steuerfunktionen übernimmt, und es bedarf daher einer sowohl elektrisch als auch von der Informationswiedergabefähigkeit angepaßten Anzeige.

Am Anfang stand die LED

Als einfachstes Anzeigeelement dient die einfarbige Leuchtdiode (LED), mit der sich Ein/Aus-Zustände oder Meldungen darstellen lassen. Angefangen hat es vor rund 15 Jahren bei der rotleuchtenden LED mit geringer Helligkeit; heute hingegen sind alle drei Grundfarben Rot, Grün und Blau möglich. Daneben gibt es auch Mischfarben wie Orange oder Gelb.

Vielleicht sind einige unserer Leser bei den voranstehenden Zeilen über die blauen LEDs gestolpert, und das war dann auch nicht zu unrecht. Bisher war es aus mehreren Gründen nicht möglich, blaue Leuchtdioden in den für den Verkauf erforderlichen Stückzahlen herzustellen. Das lag einerseits an dem sehr seltenen Ausgangsmaterial Siliziumkarbid und andererseits an dem schlechten Wirkungsgrad dieser Elemente (s.a. Heft 18/79, Seite 14). Doch *Siemens* hat es geschafft: Blaue LEDs wurden auf der Messe ausgestellt, und man versicherte von seiten des Unternehmens, daß Kundenwünsche in kleineren Stückzahlen befriedigt werden können.

Eine weitere Besonderheit bietet die Firma Stanley (Vertrieb: *Elite*, Steinhöring b. München) an. Für Beleuchtungszwecke sind LEDs mit großer Lichtstärke bei gleichzeitig niedrigem Durchlaßstrom erforderlich. Stanley bietet Leuchtdioden an, die für die Farbe Rot eine Lichtstärke von 160 mcd und für die Farben Gelb sowie Grün jeweils 80 mcd abgeben; der Durchlaßstrom liegt in diesen Fällen jeweils bei 20 mA.

Mehr Informationsgehalt

Mehr Informationsgehalt bietet die Leuchtdiode, die blinken kann. Stellvertretend für Produkte anderer Firmen soll die LED CQX 22 (*Bild 1*) von *AEG-Telefunken* genauer betrachtet werden.

Die Leuchtdiode CQX 22 blinkt im 3-Hz-Rhythmus. Diese Blinkfunktion wird durch eine integrierte Schaltung, die zusammen mit dem LED-Chip in ein 5-mm-Gehäuse eingebaut ist, bei einer Versorgungsspannung von 5 V erreicht. In bestimmten Fällen ist es erforderlich, daß die Blinkfunktion abschaltbar ist, und die Dioden ununterbrochen leuchten. Für diese Anwendungsfälle ist ein dritter Anschluß vorgesehen, an dem bei einem entsprechenden Signal die Blinkfunktion abgeschaltet wird. Die Diode besitzt den großen Betrachtungswinkel von 80° und hat eine Lichtstärke von 1,6 mcd.

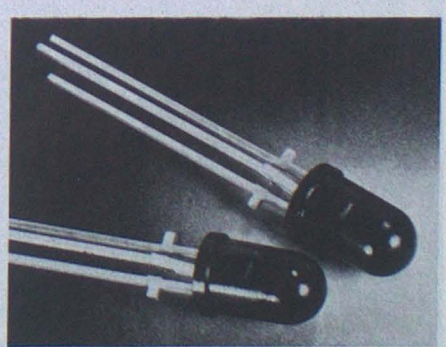


Bild 1. Mit in das Gehäuse der Leuchtdiode CQX 22 von AEG-Telefunken eingebaut ist eine integrierte Schaltung, die die Leuchtdiode blinken läßt. Die Blinkfunktion kann über den dritten Pin abgeschaltet werden

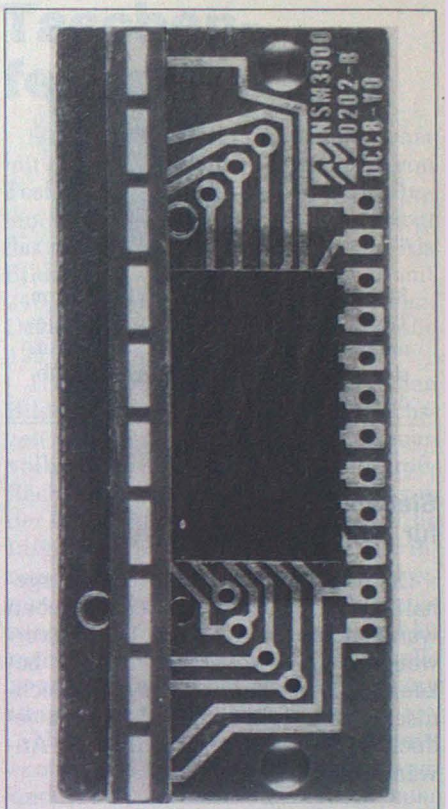


Bild 2. In der Anzeigenserie NSM 391XX von National Semiconductor gibt es Anzeigen mit verschiedener Anzeigecharakteristik: linear, logarithmisch oder VU-Meter

Quasianaloge Anzeigen

Aus mehreren, aneinandergereihten Leuchtdioden, einer integrierten Schaltung und einer Leiterplatte (*Bild 2*) ist die quasianaloge Anzeigenserie NSM 391 XX von *National Semiconductor* aufgebaut. Mit ihnen lassen sich sehr kompakte Balkenanzeigen realisieren, wie sie zum Beispiel als Aussteuerungskontrolle in Kassettenrecordern, für Feldstärkeanzeigen in Runfunkempfängern oder ähnliches benötigt werden. Durch spezielle Anzeigefunktionen, die in der Produktserie vorgestellt werden, läßt sich Entwicklungszeit sparen; es werden lineare, logarithmische und VU-Meter-Charakteristiken angeboten, wobei zwischen Band- oder Punktanzeige gewählt werden kann.

Falls der Anzeigeumfang von zehn Segmenten nicht ausreichen sollte, so lassen sich mehrere Displays ohne größeren Schaltungsaufwand aneinanderreihen.

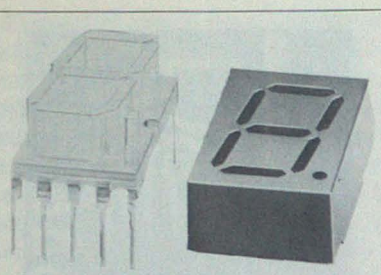


Bild 3. Die Anzeigenserie TIL 720 von Texas Instruments ist nach dem sogenannten Baukastensystem aufgebaut; sie besteht aus Anzeigesystem und Abdeckkappe

Sieben Segmente für Ziffernanzeigen

Die nächste Stufe im Informationsgehalt, die mit Displays wiedergegeben werden kann, sind Ziffern. Hierfür verwendet man im allgemeinen die bekannte Siebensegment-Anzeige. Technische Unterschiede ergeben sich jedoch für die unterschiedlichen Anwendungsfälle.

Für Applikationen, die keine außergewöhnlichen Anforderungen an die Displays stellen, werden meist Elemente verwendet, wie sie z.B. *Texas Instruments* anbietet. Es wurden in das Produktprogramm die Serie TIL 720 mit einer Anzeigenhöhe von 8 mm aufgenommen. Sie ist nach dem firmenspezifisch bezeichneten „Baukastensystem" aufgebaut, d. h. bestehend aus dem Anzeigesystem und der Anzeigekappe (*Bild 3*).

Das Anzeigesystem besteht aus einem metallischen Aufnahmerahmen, auf das sieben Leuchtdiodenkristalle in der Siebensegment-Konfiguration montiert und gebondet werden. Spezielle Lichtleitschächte (light pipes) sammeln das von den Kristallen emittierte Licht und lassen es nach Totalreflexion an den Wänden und Brechung an den Diffusorstoffen in den Lichtschächten diffus an der Oberfläche der Segmente austreten; dadurch wird eine gleichmäßige Ausleuchtung der Segmente bewirkt (s. a. Seite 55).

Diese Anzeigen lassen sich in einem Temperaturbereich von −25 °C bis +85 °C betreiben, der zulässige Dauerstrom pro Segment liegt bei 25 mA, der Spitzenstrom, z. B. für Multiplexbetrieb, bei 200 mA.

Eines wäre noch positiv zu vermerken: Während sich früher zwischen den Herstellern und manchmal selbst in dem Displayprogramm eines Herstellers keine Einheitlichkeit bezüglich der Pinanordnung und Pinbelegung an Siebensegmentanzeigen feststellen ließ, so setzt sich langsam aber sicher eine internationale Regelung durch. Das bedeutet in Zukunft, daß die Anwender nicht mehr allein auf ein herstellerspezifisches Produkt angewiesen sind, und damit ein Display vom Hersteller X durch das von Y ersetzt werden kann.

Schriftzeichen auf Displays

Anzeigen mit mindestens 14 Segmenten sind notwendig für die Darstellung alphanumerischer Zeichen. Bisher wurden für diese Zwecke zwar 16 Segmente benötigt, aber Siemens bewies mit der 14-Segment-Anzeige, die schon in dem Grundig-Tuner ST 6000 (*Bild 4*) zur Anwendung kommt (s. a. Heft 21/80, Seite 68), daß es auch anders geht.

Wenn es jedoch auf sehr deutliche Lesbarkeit ankommt, vielleicht auch noch bei hellem Auflicht, so wird der Entwickler doch auf Displays mit Punktmatrizen zurückgreifen.

Für professionelle Anwender eignet sich daher das intelligente Anzeigenmodul GPD 866 von *Plessey*; intelligent deshalb, weil Decoder, Speicher und Anzeigentreiber mit in das Displaygehäuse integriert sind. Ausgelegt wurde das sechsstellige, beliebig anreihbare Display für den Betrieb mit großer Umfeldhelligkeit (100 000 lx). Die Zeichen werden mit einer 4 mm hohen 5 x 7-Punktmatrix dargestellt, wobei jeder einzelne Punkt ansteuerbar ist, bzw. angesteuert werden muß; verwertet

Bild 4. In dem Grundig-Tuner kommt das Siemens-Display HD 14101 zur Anwendung. Mit den 14 Segmenten lassen sich neben alphanumerischen Zeichen auch noch einige Sonderzeichen darstellen

wird das Ausgangs-Bitmuster eines Zeichengenerators. Die Helligkeit der Anzeige kann im Bereich 1000 : 1 über das Tastverhältnis eines Taktgenerators verändert werden. Bei voller Helligkeit beträgt die Verlustleistung der sechsstelligen Anzeige 13,5 W (!). Um so hohe Verlustleistungen bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit zu beherrschen, wurden die einzelnen LEDs auf ein Keramiksubstrat montiert.

LCDs mit geringer Leistungsaufnahme

Aktive Leuchtanzeigen haben einen verhältnismäßig hohen Leistungsbedarf, der sich z.B. bei batteriebetriebenen Geräten störend bemerkbar macht. Für solche Einsatzfälle sind Flüssigkristallanzeigen (LCDs) eher geeignet.

Inzwischen konnten auch die Vorbehalte, die man den ersten Exemplaren

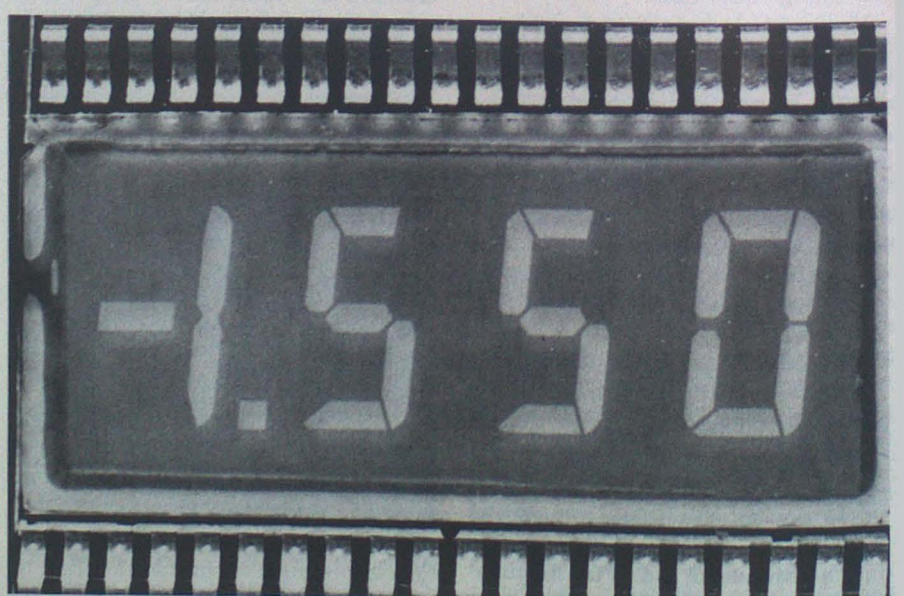


Bild 5. Die Flüssigkristallanzeige GAN 4137 von Siemens arbeitet nach dem „Guest-Host"-Prinzip; dadurch sind keine Polarisatorfolien mehr nötig

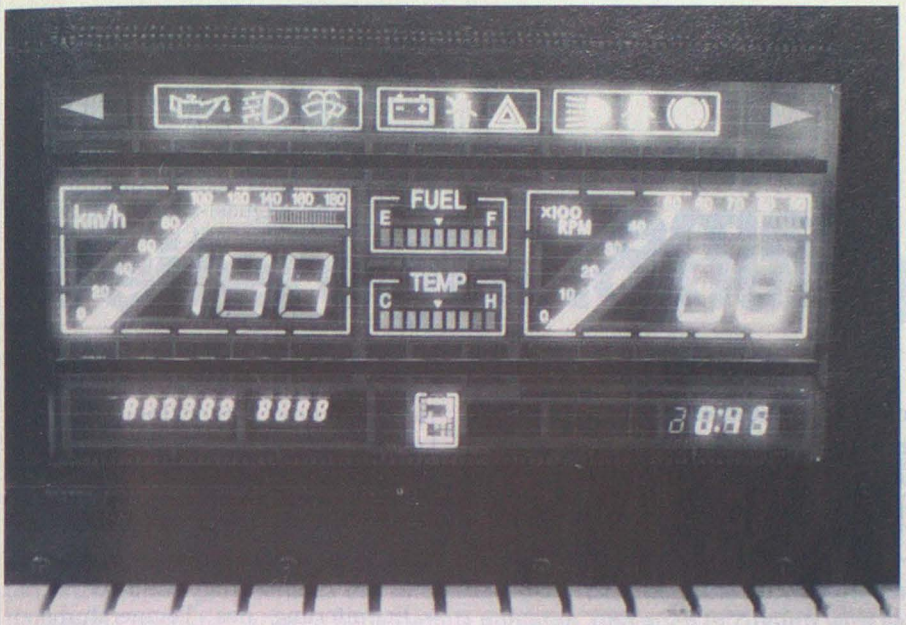


Bild 6. Dieses Fluoreszenzdisplay von Futaba ersetzt diverse Instrumente des Armaturenbretts; zur besseren Unterscheidung der verschiedenen angezeigten Werte wurden mehrere Leuchtfarben gewählt

entgegenbrachte, ausgeräumt werden. LCDs sind heute in gleichem Maße zuverlässig wie andere Displays – man rechnet heute bei Displays für Consumeranwendungen mit einer Lebensdauer von 50 000 h (*Hamlin*). Die Verschlußtechnik für die Zellen hat sich soweit entwickelt, daß sie als hermetisch dicht bezeichnet werden können, und die Polarisatorfolien widerstehen nun auch höherer Luftfeuchtigkeit.

Die besondere Signalwirkung der Farben kann heute auch für LCDs ausgenutzt werden. Einerseits erreicht man das durch farbige Beleuchtung der Anzeige, andererseits verwendet man farbige Polarisatorfolien; die dritte Möglichkeit wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Selbst die Anzahl der darstellbaren Zeichen scheint nicht mehr begrenzt: *Hitachi* bietet in zwei Zeilen je 40 Zeichen (5 x 7-Punktmatrix) mit 4,4 mm Höhe. Dazugehörig wird die Ansteuerelektronik gleich mitgeliefert.

Neue Technologie bei LCDs

Doch nicht nur verbesserte Technologie wurde vorgestellt, sondern auch neue Technik. Die neue Generation der Flüssigkristallanzeigen braucht keine kontrastmindernden und mechanisch anfälligen Polarisatorfolien mehr. Mit den Flüssigkristallen werden Farbstoffpartikel in die Zelle eingefüllt, die dann eine Zeichendarstellung in der entsprechenden Farbe ermöglichen (s. a. Seite 54). Gleich mehrere FFirmen stellten Displays in der sogenannten „Guest-Host"-Technologie vor. Stanley bietet reflektive, transflektive und transmissive Typen mit einer Panelgröße von maximal 170 mm x 140 mm; jeder Quadratzentimeter dieser Anzeige hat im Falle der Ansteuerung eine Leistungsaufnahme von 30 µW.

Ebenso stellten Siemens (*Bild 5*) und auch *Videlec* – die neugegründete Tochter von BBC und Valvo – Anzeigen dieser Art vor. Genaueres über die Technik ist in zwei nachfolgenden Beiträgen in diesem Heft zu finden.

Ein neuer Markt tut sich auf

Die Automobilindustrie wird aus dem Blickwinkel der Displayhersteller immer interessanter. Gilt es doch, die vielen Anzeigen, wie Tachometer, Drehzahlmesser usw. durch elektronische Lösungen mit Displays zu ersetzen. Bisher fanden diese Vorschläge nur in den Entwicklungslabors Anklang, wenn man von einigen Uhrendisplays in modernen Autos einmal absieht.

Aber bald geht der Boom los: Die Firma *Futaba* stellt schon Fluoreszenzdisplays vor, die sicher alle Anforderungen der Automobilbranche bei weitem übertreffen (*Bild 6*). Alle Meldungen und Anzeigen werden in vielen Farben (Blau, Rot, Gelb, Grün, Orange) angeboten; kurz gesagt, das Armaturenbrett wird wie ein Weihnachtsbaum aussehen. Aber: display as display can.

Kn.

Taschenfernseher

Ein Schwarzweiß-Taschenfernseher mit einem flachen Bildschirm wird von Toshiba seit kurzem in Japan angeboten. Einschließlich der Batterien wiegt das nur 16 mm flache Gerät 300 g. Als Bildschirm wird eine LCD-Matrix mit 240 x 220 Bildelementen verwendet: Das Einzelelement hat die Größe 132 µm x 162 µm.

Hauptproblem bei diesem flachen Bildschirm ist die langsame Reaktionszeit von Flüssigkristallen. Hier ist man völlig neue Wege gegangen: Ein großflächiger integrierter Schaltkreis von der Größe 51 mm x 41 mm (!) trägt die insgesamt 52 800 Bildelemente, die ihrerseits jeweils einen Schalter und einen Kondensator tragen. Durch Steuerung der Kondensatorspannung erhält man Ansprechzeiten für die Einzelzelle von etwa 30 ms – das ist nicht eben optimal, aber zur Not ausreichend.

Um einen vernünftigen Bildkontrast von etwa 1 zu 20 (zwischen Schwarz und Weiß) zu erhalten, mußten neue Flüssigkristalle mit niedriger Viskosität entwickelt werden. Darüber hinaus war es notwendig, die Oberfläche des ICs (die ja das Licht reflektiert) so plan wie eine Spiegeloberfläche zu machen. Die sichtbare Bildfläche ist kleiner als die Chipoberfläche: Sie beträgt 3 cm x 4 cm. Die Leistungsaufnahme (zwei Lithium-Batterien stellen die Stromversorgung) beträgt 2,2 W.

Das Gerät gibt es zunächst in drei Varianten: als reines Taschenfernsehgerät, desgleichen mit eingebauter Uhr sowie mit eingebautem Radio für Mittelwelle und UKW. Über den Preis sowie über die Erhältlichkeit in anderen Ländern wurde nichts mitgeteilt. – Wie uns die Toshiba Deutschland GmbH mitteilte, werden die Geräte in Deutschland nicht vertrieben.

Videlec AG:

Ein neuer Name bei LCDs

Die expansive Politik von Philips auf dem Bauelementesektor wird auch durch den Erwerb von Beteiligungen unterstützt. Dazu gehört u. a. die Gründung der Videlec AG – zusammen mit BBC – für die Entwicklung und Herstellung von Flüssigkristallanzeigen. Den Alleinvertrieb des Programms von Videlec in Deutschland hat Valvo übernommen.

Der heutige Stand der Technik in bezug auf Lebendauer, Temperaturbereich, Schaltzeiten und Ablesewinkel (±60°) hat den Einsatz von Flüssigkristallanzeigen über die Anwendungen in Meßgeräten, Rechnern und Uhren hinaus in den Automobilbereich ermöglicht.

Bis zur Größe DIN A 4

Das Display-Angebot von Videlec an Standard-Glasgrößen und Standard-Grafiken für unterschiedliche Anwendungen umfaßt z. Z. Displays mit Glasabmessungen bis zu 76 mm x 101 mm. Bei letzteren handelt es sich um eine einstellige Siebensegment-Anzeige mit einer Symbolhöhe von 76 mm. Zu den Standard-Grafiken gehört auch eine 16stellige Ausführung für den Einsatz in Telefonapparaten. Sonderglasgrößen wurden bereits bis zu den Abmessungen DIN A 4 realisiert. Der Einsatz der Displays wird durch weiterentwikkelte Kontaktleisten für direkte Fremdmontage (DIL) erleichtert. Für die Flüssigkristallanzeigen beträgt die Gewährleistung auf Einhaltung der Datenblattwerte zwei Jahre.

Die überdurchschnittliche Hintergrundhelligkeit von Reflexionsanzeigen erlaubt dank weitgehend optimierter Zellentechnologie und Materialauswahl gute Ablesbarkeit auch bei schwächerer Beleuchtung. Dazu trägt auch ein besonderes Entspiegelungsverfahren bei, das bewirkt, daß die Elektrodenstruktur im nicht angesteuerten Zustand praktisch nicht sichtbar ist. Ein sehr dünner Klebesteg sorgt dafür, daß die Sichtfläche optimal ausgenutzt wird.

Die Verwendung von feuchteunempfindlichen Flüssigkristallsubstanzen ermöglicht das Verschließen der Anzeigen mit Klebetechnologie. Dies führt besonders bei Großanzeigen zu einem mechanisch spannungsfreien Aufbau, wodurch Beschädigungen bei Temperaturwechselbelastung vermieden werden.

Eine spezielle Schutzschicht über den Elektroden verhindert den Direktkontakt spannungsführender Segmente mit der Flüssigkristallsubstanz. Diese Maßnahme sowie die Unempfindlichkeit gegen Einwirkungen von Feuchtigkeit und UV-Licht haben die Lebensdauererwartung der Flüssigkristallanzeigen erheblich erhöht. Auch der Multiplexbetrieb ist erprobt, und die Entwicklung spezieller Flüssigkristallmischungen erlaubt die Anpassung an die verschiedensten Anwendungsbedingungen. Für den Einsatz im Freien können die Displays auch mit Heizschichten gefertigt werden; ein- oder mehrfarbige Anzeigen lassen sich mit selektiven Polarisatoren realisieren.

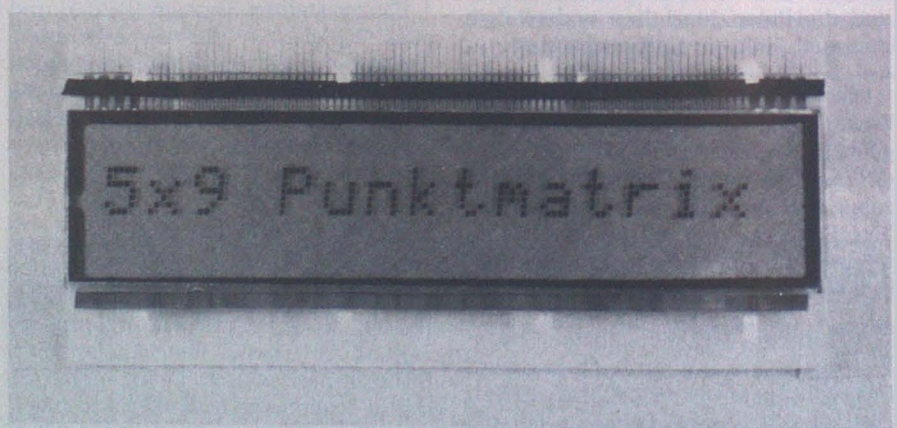
Die Entwicklung neuer Ansteuer-ICs erweitert die Möglichkeiten für höhere Informationsdichten, ohne den Einsatz der Displays zu komplizieren. In Vorbereitung sind u. a. komplexe Ansteuerschaltungen für Punktmatrixanzeigen, für alphanumerische Darstellungen sowie für Quasi-Analog-Anzeigen (Balken-Anzeigen mit steuerbarer Balkenhöhe) mit maximal 350 Segmenten.

Wie es weitergehen wird

Mit dem derzeitigen Stand der Flüssigkristallanzeige-Technologie ist der Höhepunkt der Entwicklung aber noch keineswegs erreicht. Für die nächsten Jahre zeichnet sich die Erfüllung folgender Anforderungen ab:

- Verkürzung der Ansprechzeiten, vor allem bei tieferen Temperaturen;
- Erweiterung des Temperaturbereiches – eine neue Flüssigkristallsubstanz für den Einsatz im Automobilbereich (für –25°C bis +85°C) steht kurz vor ihrer Einführung in die Fertigung;
- Verbesserung der Feuchte- und Temperaturbeständigkeit für anspruchsvolle Anwendungen;
- Weiterentwicklung von Anzeigemoduln zur Erleichterung des Einsatzes von LCD-Displays im elektronischen System;
- Einführung der Guest-Host-Technologie in die Fertigung, um farbige (dichroitische) Anzeigen zu erhalten;
- Weiterentwicklung für den Einsatz im Multiplexbetrieb.

Damit werden sich für Flüssigkristallanzeigen vielfältige neue Möglichkeiten der Gestaltung und des Einsatzes unter extremen Bedingungen ergeben.



Flüssigkristallanzeige für alphanumerische Darstellungen mit 5 x 9-Punkt-Matrix (Werkfoto)

Dipl.-Ing. Helmut Kindl
Dipl.-Phys. Hans Krüger

Weiterentwicklung

Stand und Zukunft der LCDs

Den rasanten Start verdanken die Flüssigkristallanzeigen der Forderung an eine nahezu leistungslose Anzeige für elektronische Armbanduhren. Anfänglich erforderten diese Anzeigen viele Kompromisse: die Lebensdauer war gering, der Aufsichtswinkel war sehr eng begrenzt, und auch der Kontrast ließ Wünsche offen. Inzwischen ging jedoch die Entwicklung weiter, man kam zu wesentlich besseren Produkten, konnte neue Details anbieten, und auch in Zukunft wird es noch Verbesserungen geben.

Der beständige Trend von der einfachen Flüssigkristallanzeige für Armbanduhren hin zu immer größeren und besseren LCDs (liquid cristal displays) setzt sich weiter fort. Ansatz bieten einerseits die Flüssigkristalle selber, andererseits die mechanische Konstruktion und die optischen Elemente.

Weiter Temperaturbereich für LCDs

War vor einigen Jahren der Arbeitstemperaturbereich von –5 °C bis +50 °C gerade noch machbar, so werden die Laborprodukte von damals – Substanzen für einen Temperaturbereich von –15 °C bis +80 °C – heute selbstverständlich eingesetzt. Doch die Entwicklung macht an dieser Grenze nicht halt: Schon findet man bei dieser oder jener Anwendung neue Substanzen, die von –25 °C bis +85 °C funktionieren, ja sogar solche, die von –15 °C bis +100 °C arbeiten.

Wenn auch die Zeit der Revolutionen einer mehr stetigen Entwicklung gewichen ist, so gibt es doch gerade auf dem Gebiet der multiplexbaren Flüssigkristalle immer wieder Verbesserungen und die im Siebenschritt-Multiplex betriebene Punktmatrixanzeige (*Bild*) ist heute selbstverständlich. Die Grenze des Machbaren liegt z. Z. bei etwa zwölf bis 30 Multiplexschritten, dank besserer Flüssigkristalle mit steileren Kontrastkennlinien.

Ein Dorn im Auge der Gerätebauer ist noch die starke Temperaturabhängigkeit der Schwellspannung solcher Flüssigkristallgemische bis zu –10 mV/K. Wenn man aber den Chemikern glauben darf, so sind sie in ihren „Hexenküchen" bereits daran, auch die Wünsche der Gerätebauer zu erfüllen. Wir dürfen also erwarten, daß es im kommenden Jahr multiplexgeeignete LCDs ohne Temperaturabhängigkeit oder mit einem Temperaturkoeffizienten entsprechend dem des Steuer-ICs geben wird.

Flüssigkristallanzeigen sind zuverlässig

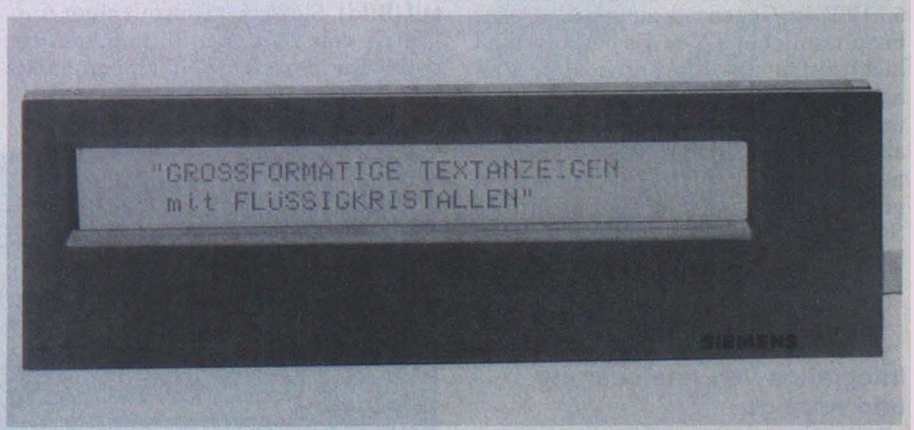
Ein zweiter Bereich, in dem wir Verbesserungen beobachten können, ist die sogenannte Zellentechnik, also alles, was sich um das Vorbehandeln, Verbinden und Verschließen der Gläser zu einer Zelle dreht.

Die einst 3 mm dicken Glasplatten sind längst nicht mehr aktuell. Heute verwendet man Gläser mit 0,33 mm bis 1,1 mm Dicke. Daraus ergeben sich eine rationelle Herstellung der Anzeige, zugleich ein besserer Kontrast und ein größerer Einblickwinkel.

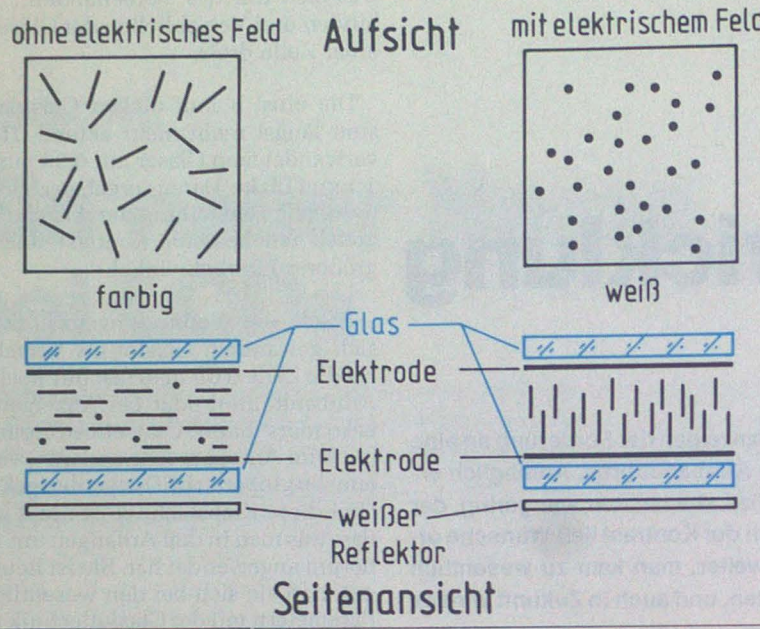
Auch die Verbindungstechnik hat sich gewandelt: Glaslot als Verschluß für die Zelle trifft man fast nur noch bei Armbanduhren oder bei Anzeigen für besonders harte Umweltbedingungen (z. B. im Auto) an. Alle anderen, vor allem die größeren LCDs, werden geklebt. Und diese Klebetechnik ist nicht mehr das, was man in den Anfängen um 1974 herum angewendet hat. Sie ist heute so gut, daß sie sich bei den wesentlichen Parametern mit der Glaslottechnik messen kann. Die heutigen LCDs haben das Anrüchige der Unzuverlässigkeit weitgehend verloren, wenngleich es immer noch einige Hersteller gibt, die mit einer veralteten Klebetechnik dem Ruf dieser Bauelemente schaden.

Die Polarisatoren, wesentliche Bestandteile der heute marktbeherrschenden TN-(twisted nematic-) Flüssigkristallanzeige*), warten ebenfalls mit Neuheiten auf: Das traurige Grau oder Schwarz auf Silber ist nicht mehr die einzige Möglichkeit – der Designer kann heute zwischen Grün, Gelb, Rot, Hellblau, Dunkelblau und natürlich Tiefschwarz wählen. Diese neue Farbenpracht, heute bei den meisten namhaften Herstellern als Option erhältlich, ist gerade eingeführt, und schon ist von einer weiteren Neuigkeit die Rede.

*) s.a. Heft 11/80, Seite 85



Flüssigkristallanzeige mit zwei Zeilen zu je 40 Zeichen für Durchlichtbetrieb (z. B. in Overheadprojektoren). Die Zeichen werden mit einer 5 x 7-Punkt-Matrix erzeugt, und neben den Buchstaben lassen sich auch viele Zeichen generieren



Wie funktionieren dichroitische Farbstoffanzeigen?

Dichroitische Farbstoffe zeigen ihre Farbe nur in einer bestimmten Molekülrichtung, senkrecht dazu sind sie farblos. Füllt man eine Zelle mit einem Gemisch aus Flüssigkristall und einem solchen Farbstoff, so werden die Farbstoffmoleküle von den Flüssigkristallmolekülen „mitgenommen", wenn sich diese aufgrund angelegter Spannung aufrichten. Im Ruhezustand ist dabei die Farbe sichtbar, im Ein-Zustand wird die Anzeige klar oder weiß, wenn dahinter ein Reflektor angebracht ist. Je nach Art der Molekülanordnung im Ruhezustand unterscheidet man verschiedene Typen. Es gibt auch eine Ausführung, bei der ein Polarisator verwendet wird.

Ein Farbstoff ersetzt die Polarisatoren

Bei den neuen dichroitischen Farbstoff-LCDs wird, grob gesprochen, die Funktion der Polarisatoren von einem Farbstoff übernommen, der mitsamt dem Flüssigkristall in die Zelle eingefüllt wird. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß die Polarisatoren wegfallen und der Einblickwinkel allein nur noch durch die Reflexion der Glasflächen begrenzt wird. Außerdem ergeben sich auch keine Klimabeständigkeitsprobleme mehr, wie sie als Ausbleichen der Polarisatoren vorher bekannt waren. Ein weiteres Plus ist die erzielte größere Helligkeit, da ja das Licht nicht die Polarisatoren durchlaufen muß, die zusammen von vornherein 70 % des Lichtes geschluckt haben.

Allerdings hat man sich mit den Vorteilen auch einen Nachteil erkauft: Die benötigte Betriebsspannung für polarisatorlose, dichroitische LCDs liegt bei 5...12 V, im Gegensatz zu den 3...5 V für herkömmliche TN-LCDs. Aber auch hier trösten uns die Entwickler: Man habe bereits einiges in der Schublade, und sowohl eine Kontrastverbesserung als auch eine niedrigere Betriebsspannung stehen auf den Entwicklungsprogrammen; ebenso wird an eine farbige Schrift auf weißem Grund gedacht – bisher gab es nur helle Schriften auf farbigem Grund.

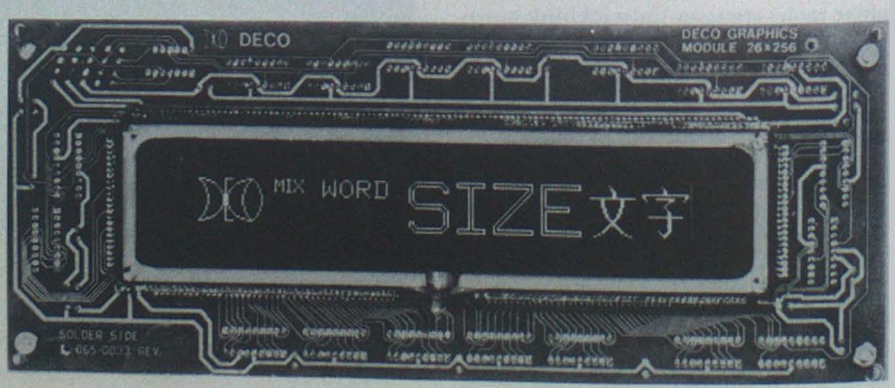
Integration von Ansteuerung und Anzeige

Auch bei den integrierten Schaltungen zur Ansteuerung der LCDs gibt es Neuigkeiten. So bietet jetzt Siemens ein IC mit der Bezeichnung SM 804 K an, einen universellen Multiplextreiber für insgesamt 45 bit, der die bisherigen 34-bit-Multiplexer ergänzt.

Das Interessante an dieser Schaltung ist, daß sie auf Kaptonfolien als „Micropack" montiert ist. Dieser flache Winzling eignet sich zum Auflöten auf Leiterplatten ebenso wie auch auf Glas. Zu dieser Technik will man in Zukunft auch hin, denn die Zahl der Anschlüsse auf den LCDs nimmt ständig zu. Aber was nützt das schönste LCD, praktisch ohne Stromverbrauch und im hellsten Sonnenlicht gestochen klar ablesbar, wenn Hunderte von Leitungen erst mühselig (und nicht immer zuverlässig) vom Glasträger auf eine Leiterplatte geholt werden müssen. Genau dort setzt der SM 804 K an: Auf den Rand eines (metallisierten) LCDs gelötet, kann er die vielen Segmente auf wenige Anschlußleitungen zusammenfassen und den Anwender so mancher „Kontaktschwierigkeiten" entheben. Bleibt abzuwarten, wie rasch die LCD-Hersteller den entsprechenden Rand und die zugehörige Metallisierung auf ihren LCDs bereitstellen werden.

26 x 256-Punktmatrix

Eine neue Fluoreszenzanzeige nahm die Digital Electronics Corp. (Vertrieb: Bitronic, München) in ihr Programm auf (*Bild*). Sie eignet sich mit einer Auflösung von 26 x 256 Bildpunkten sowohl zur Anzeige von alphanumerischen Zeichen als auch zur Darstellung von Grafiken. Die Datenaufbereitung und die Erzeugung der hohen Betriebsspannung für die Anzeige erfolgt durch elektronische Schaltungen auf der Platine.



Dipl.-Ing. Günther Hatzinger

LED-Displays heute

Vor zehn Jahren erfolgte die Markteinführung der Lumineszenzdioden. Kaum ein anderes Bauelement wurde so schnell angenommen, erlebte so hohe Steigerungsraten. Ähnlich stürmisch erfolgte die Markteinführung der LED-Displays, die Schritt für Schritt die Nixie-Röhren verdrängten. Doch während die Steigerungsraten der „Lämpchen", der Einzel-LEDs, auch heute noch ungebrochen sind, wird die Anwendung der LED-Displays – zumindest partiell – von anderen Technologien bedrängt.

Wenn die LED-Displays in ihren Anfangszeiten auch konkurrenzlos dastanden, so wurde der Siegeszug der monolithischen Multidigits in Armbanduhren auf dramatische Weise von den Flüssigkristall-Displays gestoppt. Dieser Prozeß hat nun auch auf die Taschenrechner übergegriffen. Das ist nur zu verständlich, wenn man an den Energieverbrauch denkt, der gerade bei batteriebetriebenen Taschengeräten für den Einsatz der LCDs spricht (das gilt auch für netzunabhängige Meßgeräte, wie z. B. Multimeter oder Temperaturmeßgeräte). Der Blick auf ein solches Gerät im Dunkeln läßt allerdings den Wunsch nach einer aktiven Anzeige wieder wach werden.

Geräte, die in vollem Sonnenlicht ein sicheres Ablesen der Anzeige erfordern, werden bevorzugt mit passiven Anzeigen bestückt, die bei Dunkelheit aber beleuchtet werden müssen, um abgelesen werden zu können.

Dort, wo die Stromversorgung kein Problem ist, dafür aber eine Vielzahl von Digits gebraucht wird, erweisen sich u. U. Gasentladungs- oder Fluoreszenzanzeigen als günstiger.

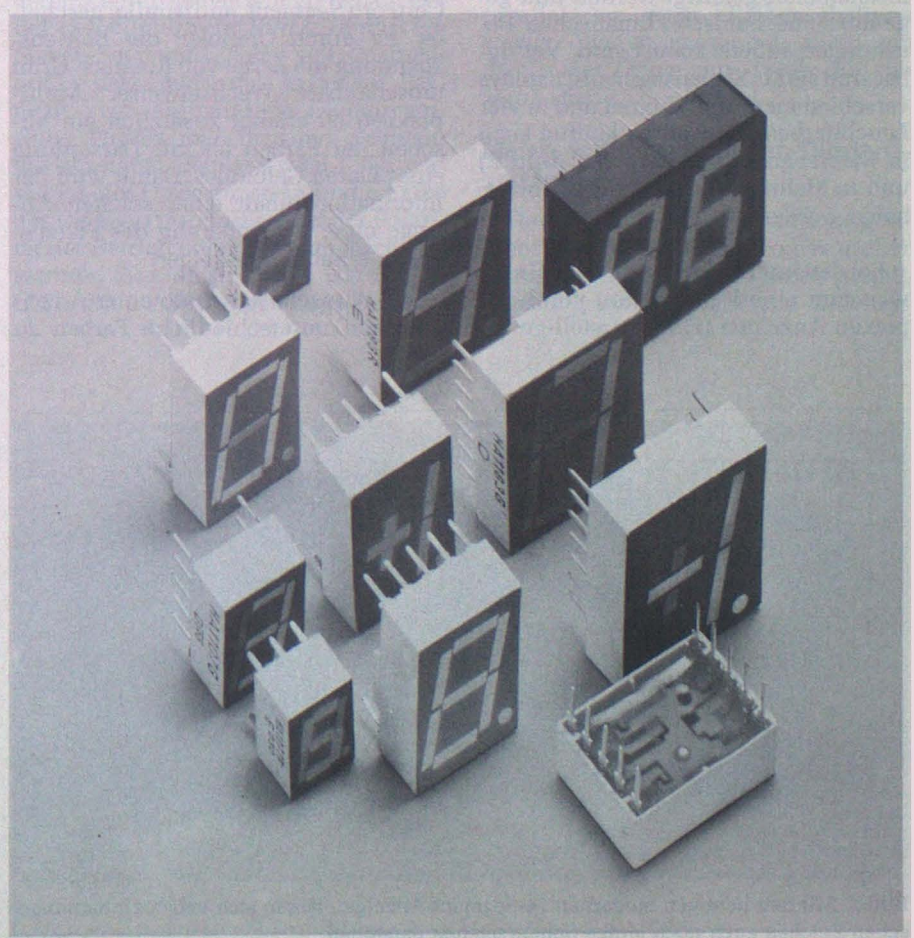
Welche Zukunftschance haben die LED-Displays?

Um zunächst den Iststand zu fixieren, braucht man sich nur umzusehen. Ein Gang durch eine der letzten Fachmessen, Interkama oder Electronica, zeigte deutlich ein Überwiegen der LED-Displays. In den Telefonwählautomaten, Fahrkartenautomaten und Taxametern trifft auch der Laie heute schon vielfach auf LED-Displays im Einsatz.

Die Zahl der Anwendungen von Displays im Sinne von Kommunikation zwischen Mensch und Maschine ist ständig im Steigen. Die Bewertung der unterschiedlichen Displaytechnologien auf ihre Brauchbarkeit und Zweckmäßigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall hängt von einer großen Vielfalt von Kriterien ab. Die wichtigsten Kriterien sind:

- ☐ sichere Ablesbarkeit (Helligkeit, Kontrast, Ziffernhöhe, Sichtwinkel),
- ☐ einfache Ansteuerbarkeit (Energieverbrauch, Kompatibilität zu Schaltkreisen),
- ☐ Betriebssicherheit (Robustheit, Berührungssicherheit, Lebensdauer),
- ☐ Einsatzwertigkeit (Universalität, Informationsgehalt, Komplexität).

Die Wertigkeit dieser Kriterien ist je nach Anwendung unterschiedlich. Andere Kriterien können in besonderen Fällen wichtig werden oder die Wertigkeit verschieben; dies gilt in besonderem Maße bei den der Öffentlichkeit zugänglichen Anlagen, z. B. Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beschädigung. Hier scheiden Displays mit Glas als Gehäusematerial ebenso aus wie Anzeigen, die mit einer höheren Betriebsspannung arbeiten. Für LED-



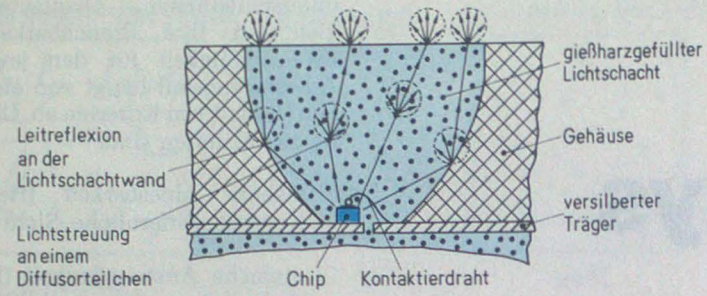


Bild 1. Schnitt durch den Lichtschacht eines Segmentes. Displays für allgemeine Anwendungen besitzen heute nur noch eine LED pro Segment, deren Licht durch den Lichtschacht diffus über die gesamte Aufsichtsfläche verteilt wird

Displays sind zwei Schwerpunkte eingrenzbar, die künftig mehr und mehr Bedeutung erlangen: Erstens sind das Anzeigen geringer Komplexität, aber großer und universeller Einsatzbreite, geringen Platzbedarfs und sicherer Ablesbarkeit und zweitens intelligente Anzeigen.

Zum ersten Schwerpunkt läßt sich weiterhin sagen, daß Einzeldisplays in Leiterbandtechnik mit kunststoffgefüllten Reflektoren (*Bild 1*) weitgehend mechanisiert gefertigt werden und gegenüber mechanisch-klimatischen Belastungen äußerst robust sind. Verfügbar sind sie als Siebensegment-Displays verschiedener Ziffernhöhen und in vier Leuchtfarben. Sie werden künftig auch in Mehrsegmentanordnungen (*Bild 2*) und in Mehrfarbenausführungen angeboten werden.

Bei den intelligenten Anzeigen findet man nun eine Kombination von komplexen Anzeigen (z. B. vierstellige 14-Segment-Anordnungen) mit integrierten Schaltkreisen (Decoder, Treiber und Speicher), die besonders in Verbindung mit Rechnern von Vorteil sind.

Mehr Information durch verschiedene Farben

Einer der großen Vorteile von LED-Displays ist die Möglichkeit zur Farbwahl zwischen Rot, Gelb und Grün. Als ein entscheidender Fortschritt muß das Mehrfarbendisplay betrachtet werden. Mit je einem rot- und grünleuchtenden Chip pro Segment, antiparallel geschaltet, ist durch Umpolen der Betriebsspannung die Farbe von Rot nach Grün umschaltbar. Wechselweiser Multiplexbetrieb erlaubt zusätzlich ein Mischen der Farben bis zur Darstellung eines klaren Gelbtones. Damit wird der Informationsinhalt einer solchen Anzeige ohne Vergrößerung des Platzbedarfes erheblich gesteigert.

Der Wunsch, innerhalb einer Anzeigeeinheit unterschiedliche Farben zu verwenden, hat auch schon früher – beim Einsatz von verschiedenfarbigen Displays – zur Verwendung von neutralgrauen Abdeckfiltern geführt. Damit mußte auch die Lackierung der Display-Oberflächen einheitlich gehalten werden. Zur Optimierung des Kontrastes im Aus-Zustand (hier soll die Segmentstruktur möglichst verschwinden) ist die Oberfläche der Displays in demselben Farbton zu halten, der sich bei Betrachtung des Segmentvergusses ergibt. Die Dunkelheit im Inneren eines abgeschalteten Displays bewirkt zusammen mit dem Eindringen von Umlicht an der Segmentoberfläche einen grauen Eindruck. Die Display-Oberflächen sind somit ebenfalls grau einzufärben.

Solange man die Display-Oberflächen in der Farbe hielt, in der die Displays leuchteten, mußte der Verguß mit derselben Farbe eingefärbt sein, um den Aus-Kontrast zu optimieren. Die Farbpartikel im Verguß dämpften jedoch das Licht. Ein genereller Übergang auf graue Display-Oberflächen bedeutet somit auch einen Gewinn an Helligkeit. Der gleichzeitige Einsatz sehr helleuchtender LED-Chips führt zu Displays, die sich auch gegen hohe Umfeldhelligkeit behaupten können. Dies gilt besonders für Displays mit geringer Ziffernhöhe (7 mm, 10 mm), die mit einem LED-Chip optimal ausgeleuchtet werden.

Siemens hat mit den Typen HD 1075 bis HD 1078 (7 mm Ziffernhöhe) und HD 1105 bis HD 1108 (10 mm Ziffernhöhe) Display-Familien geschaffen, bei welchen die Optimierung von Helligkeit und Kontrast vollzogen ist und gleichzeitig, wie schon bei den bisher eingeführten Display-Familien mit Ziffernhöhen von 13,5 mm und 18 mm, nach dem Grundsatz verfahren wurde, um ein Digit gegebener Ziffernhöhe nur so viel Gehäuse herumzubauen, wie aus mechanischen Gründen unbedingt erforderlich ist. Bei der HD-1075-Familie mußte daher als Anschlußkonfiguration ein sogenanntes Quadro-Inline-Raster (4-Stift-Reihen) gewählt werden, um gleichzeitig die Stift-Raster-Abstände von $^1/_{10}$ Zoll einzuhalten.

Dem Wunsch der Anwender, auch bei diskret aufgebauten LED-Displays mehr als nur Ziffern darstellen zu können, wurde mit dem 14-Segment-Display HD 14101 (*Bild 2*) Rechnung getragen. Dieses quasi-alphanumerische Display kann das komplette Alphabet und noch eine Reihe zusätzlicher Zeichen darstellen. Als Ziffernhöhe wurde 10 mm gewählt, weil sich die universellsten Anwendungen in Kombination mit der HD-1105-Familie und dem Mehrfarbendisplay ergeben.

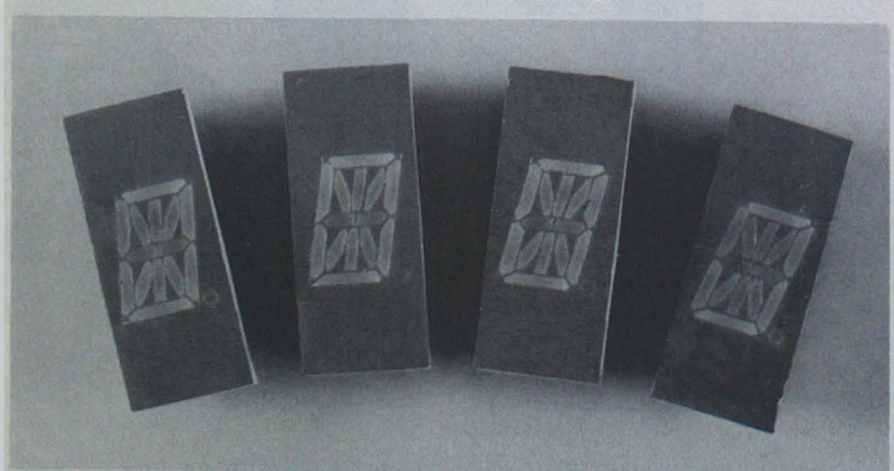


Bild 2. Mit den heutigen modernen 14-Segment-Anzeigen lassen sich neben alphanumerischen Zeichen auch noch einige Sonderzeichen darstellen

Mathematische Schaltungskniffe:

Leitungssparende LED-Displays

Der folgende Beitrag basiert auf einem Referat von Dr. Klaus Gillesen, Laborleiter im Geschäftsbereich Halbleiter von AEG-Telefunken, gehalten auf dem 16. Presse-Kolloquium des Unternehmens im Herbst dieses Jahres.

Um die Anschlußzahlen bei LED-Displays zu verringern, gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten. Die eine ist die Verwendung einer gemeinsamen Leitung für je einen Anschluß aller Dioden (Beispiel: 7-Segment-Anzeige). Die andere ist die Matrixanordnung mit Zeilen- und Spaltenleitungen, wobei an jedem Kreuzungspunkt eine LED angebracht ist (Beispiel: 5 x 7-Punktanzeigen für alphanumerische Zeichen). Der folgende Beitrag stellt neue Systeme zur Reduzierung der Anschlußzahl vor.

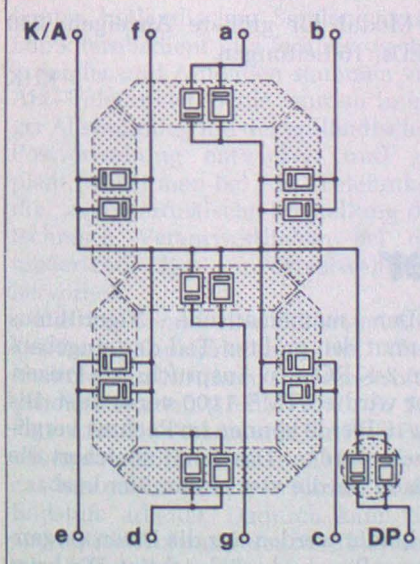


Bild 1. Bei nur neun Anschlüssen kann man mit Hilfe antiparalleler, verschiedenfarbiger Leuchtdioden eine Zwei-Farben-Zifferndarstellung erzielen (z. B. Plus/Minus-Darstellung)

Antiparallele Dioden – die einfachste Lösung

In einem Display mit gemeinsamer Rückleitung kann die Diodenzahl auf einfache Weise verdoppelt werden, indem zu jeder Diode eine weitere antiparallel geschaltet wird. Hierbei nutzt man die elektrische Eigenschaft aller Dioden aus, in Sperrichtung einen anderen Kennlinienverlauf zu haben. Ein Beispiel hierfür zeigt *Bild 1*. Hier ist ein Sieben-Segment-Display mit Dezimalpunkt dargestellt, das in jedem Segment zwei antiparallele Dioden aufweist. Ordnet man in jedem Segment des gezeigten Displays zwei LEDs verschiedener Farbe an, so kann die Farbe des Displays durch Wechsel der Polarität der Betriebsspannung umgeschaltet werden. Auf diese Weise werden 16 LEDs mit 9 Zuleitungen angesteuert.

Kreuzungsfreie Verbindungen für gedruckte Schaltungen erforderlich

Die Aufgabe lautet, mit einer gegebenen Anzahl von Zuleitungen möglichst viele Dioden zu betreiben, wobei die Verbindungen kreuzungsfrei sein sollen. Dafür gibt es mehrere Lösungen, von denen *Bild 2* einige zeigt. Man verbindet zunächst alle jeweils benachbarten Zuleitungen mit Paaren antiparalleler Dioden. Dann kann man je zwei Diodenpaare mit einem weiteren Diodenpaar überbrücken, bis alle Möglichkeiten der kreuzungsfreien Leitungsführung erschöpft sind (oben links).

Eine andere Möglichkeit ist, weitere Diodenpaare mit einer gemeinsamen Zuleitung zu verbinden (oben rechts). Diese beiden Anordnungen sind nicht identisch, jedoch sind in beiden Fällen 30 Dioden und 9 Zuleitungen vorhanden. Je nach gewünschter Anwendung können die Anordnungen umgeformt werden. Zum Beispiel kann die zweite Anordnung auf die unten angezeigte Zeilenform gebracht werden. Bei dieser Art der Verschaltung wird nicht nur die Sperreigenschaft der Dioden, sondern auch die nichtlineare Form der Strom/Spannungs-Kennlinie in Durchlaßrichtung ausgenutzt: Ist eine Diode parallel zu einer Reihenschaltung zweier Dioden geschaltet, fließt ein merklicher Strom nur durch die einzelne Diode.

Matrix mit antiparallelen Dioden – selten benutzt

Die bekannte Matrixanordnung erlaubt bereits den Betrieb einer großen Anzahl von Dioden mit einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Zuleitun-

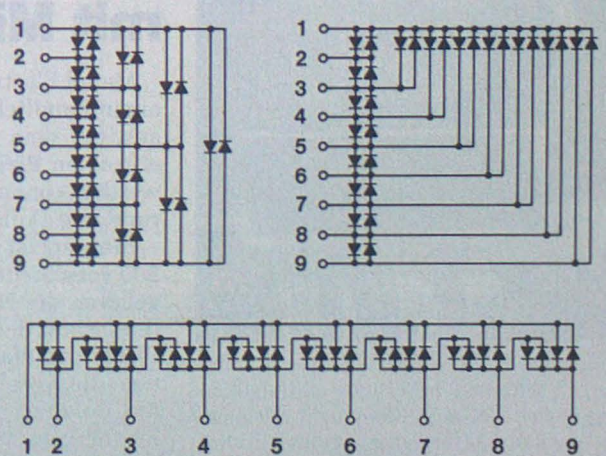


Bild 2. Displays mit kreuzungsfreien Verbindungen sind notwendig, wenn man als Trägerplatte eine gedruckte Schaltung verwenden will. Die rechte Darstellung und die untere sind übrigens identisch

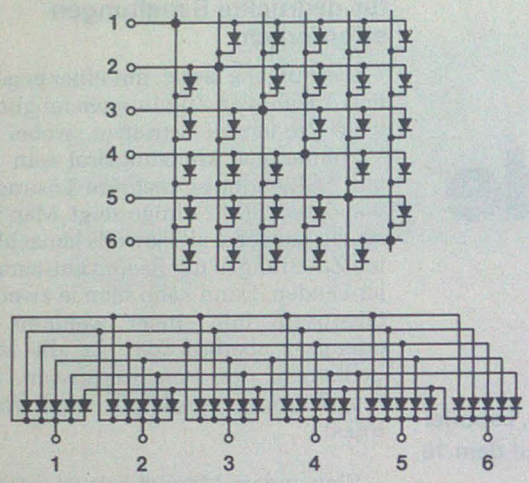


Bild 3. Bei der Datacom-Verschaltung wird jede Zuleitung mit jeder anderen durch ein antiparalleles Diodenpaar verbunden. Auch hier sind beide Darstellungen untereinander identisch

gen. Aber auch dieses System kann noch beträchtlich verbessert werden: Man kann wiederum Paare antiparallel verbundener Dioden anstelle von Einzeldioden an jedem Kreuzungspunkt von Zeilen- und Spaltenleitungen anbringen und so die Diodenzahl verdoppeln.

Ein neues System zur „Datenübertragung" schafft noch mehr

Durch die Anwendung eines neuen Systems zur Datenübertragung kann eine noch größere Anzahl von Dioden mit einer gegebenen Anzahl von Zuleitungen betrieben werden. Es benutzt den hochohmigen Zustand einer Transistor-Ausgangsstufe als dritten logischen Zustand neben „High" und „Low". Die Anwendung dieses Systems bei LED-Displays ergibt, daß jede Zuleitung mit jeder anderen durch ein antiparalleles Diodenpaar verbunden wird. Zwei Beispiele hierfür zeigt *Bild 3*. Die obere Anordnung kann man sich aus einer Matrix mit je sechs Zeilen und Spalten entstanden denken, bei der jede Zeile mit einer Spalte verbunden ist. Dadurch wird die Zahl der Zuleitungen halbiert, während die Anzahl der Dioden nur um die Anzahl der Diagonalelemente verringert wird.

Dies gilt auch für die unten im Bild gezeigte Zeilenordnung, die mit der oberen Anordnung identisch ist. Bei dieser Art der Verschaltung wird jede Diode dadurch angesteuert, daß eine Stromquelle mit einem bestimmten Leitungspaar verbunden wird, während alle anderen Leitungen offen bleiben müssen. Ein Ausführungsbeispiel eines LED-Displays mit dieser Verdrahtung zeigt *Bild 4*. Hier werden 240 LEDs über nur 16 Zuleitungen betrieben.

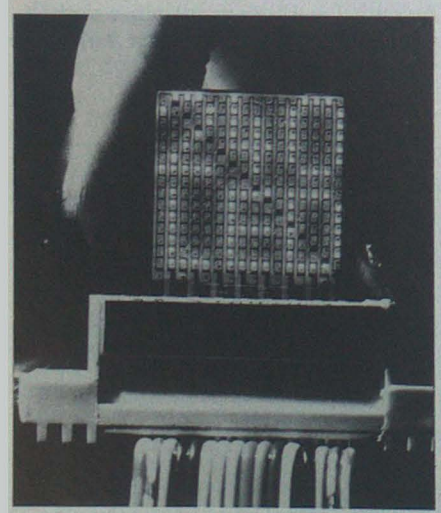


Bild 4. 240 LEDs werden über nur 16 Zuleitungen betrieben. Jede Diode wird dadurch angesteuert, daß eine Stromquelle mit einem bestimmten Leitungspaar verbunden wird, während alle anderen Leitungen offen bleiben müssen

Wann welches System?

Die Auswahl des optimalen Systems zur Verringerung der Anschlußzahl muß in jedem Einzelfall sorgfältig durchdacht werden. Aus den bisher realisierten Displays läßt sich jedoch die empirische Regel ableiten, daß Anschlußzahlen um 10 zu kostengünstigen Lösungen führen. Dies ist dadurch begründet, daß die Anzahl der freien Anschlüsse von IC-Gehäusen und die Stiftanzahl von Standardsteckverbindungen von dieser Größenordnung sind. Eine Verringerung der Anschlußzahl auf noch kleinere Werte bringt in den meisten Fällen dann keinen Vorteil mehr. Bei Displays mit sehr vielen Bildpunkten ist dagegen eine größere Anzahl von Zuleitungen unvermeidlich, auch bei Anwendung des zuletzt beschriebenen Systems. Als Beispiele, die die genannte Regel von ungefähr 10 Zuleitungen bestätigen, können genannt werden:

- Sieben-Segment-Ziffer (gemeinsame Katode), 8 LEDs, 9 Leitungen
- 30-Element-Zeile (kreuzungsfrei), 30 LEDs, 9 Leitungen
- alphanumerisches Display (Matrix), 35 LEDs, 12 Leitungen
- Modul für größere Anzeigen, 240 LEDs, 16 Leitungen.

KHK

Pferdewetten mit Mikrocomputer

Mattel Electronics bringt in den USA einen handlichen Mikrocomputer heraus, mit dem die Gewinnchancen der einzelnen Pferde bei Rennen ermittelt werden können. Das Gerät kostet dort rund 100 Dollar.

Eingespeist werden zwischen 20 und 500 verschiedene Einflußgrößen. Dazu gehören die Höhe der Gewinnsumme, die Distanz des Rennens, die jeweiligen Plätze des Pferdes in den letzten Rennen, die Anzahl der Tage seit dem letzten Rennen, die Rangplätze aus den letzten zwei Jahren bei vergleichbaren Rennen sowie die beiden besten Zeiten aus den fünf letzten Rennen.

Der mathematische Algorithmus nimmt den größten Teil des eingebauten 2-K-ROM in Anspruch: Als Prozessor wird einTMS 1100 verwendet. Bis zu 16 Pferde können im Rechner verglichen werden. Das Gerät speichert die Daten für die vier besten Pferde ab.

Leider werden nur die Daten vergangener Rennen berücksichtigt. Die beim Rennen herrschenden Bahnverhältnisse, die Güte des Jockeys und sein Gewicht (und in Bayern natürlich auch die Frage, ob Föhn herrscht oder nicht) werden leider noch nicht berücksichtigt.

Die fortschrittlichste MW-Sendeanlage der Welt

Auf der Hannover-Messe 1979 war das bemerkenswerte Modell einer Mittelwellen-Antennenanlage zu bewundern; das Original wurde damals schon in Flevoland bei Amsterdam vorbereitet (Heft 11/1979, S. 619). Inzwischen hat die niederländische Postverwaltung diese Station eingeschaltet.

Bild 1. Antennenstrahlungsdiagramm der neuen Richtantennen in Flevoland

Die beiden 600-kW-MW-Sender strahlen über eine ungemein komplizierte Richtantenne die Programme Hilversum 1 und 2 auf 747 kHz und 1008 kHz mit einem Diagramm, wie es *Bild 1* zeigt, aus; fast ganz Holland wird fadingfrei versorgt, zumal der Genfer LW/MW-Plan von 1975, seit November 1978 in Kraft, beide Frequenzen nur unwesentlich mit anderen europäischen Sendern belegt hat.

Den 600-kW-Sendern ist ein dritter, gleich starker, auf beide Frequenzen umschaltbarer Reservesender zugeordnet. Die große Anlage arbeitet dennoch unbemannt; sie wird vom 150 km entfernten holländischen Senderzentrum Lopik fernbedient und fernüberwacht.

Sender und Antennen stammen von AEG-Telefunken, beide wurden in enger Abstimmung mit der holländischen Postverwaltung entwickelt und geplant, wobei man bei AEG-Telefunken die „avantgardistische Einstellung der technisch Verantwortlichen bei der niederländischen Postverwaltung" hervorhob.

Die drei Sender sind die ersten 600-kW-Pantel-Konstruktionen der Welt; kleinere Ausführungen sind schon öfter geliefert worden (Heft 1/1980, S. 12). Pantel ist die Abkürzung für *P*uls-*An*odenmodulation System *Tel*efunken, das mit einem Schaltverstärker in der Endstufe arbeitet. Dadurch kann der apparative Aufwand des Modulationsverstärkers wesentlich reduziert werden, vor allem aber steigt der Wirkungsgrad gegenüber den üblichen Modulationsarten um bis zu zehn Prozentpunkte. Das fällt bei dem hohen Leistungsbedarf von Großsendern sehr ins Gewicht. Bei einem 600-kW-Pantel-Sender liegt die Einsparung der Leistungsaufnahme aus dem Netz bei etwa 1 Mio. kWh im Jahr, legt man den heute üblichen 24-Stunden-Betrieb zugrunde. Bei diesen Sendern wirken die weitgehende Halbleiterbestückung der Vorstufe und die Ausstattung mit nur noch zwei gleichartigen Hochleistungsröhren (Endstufe und Modulator) positiv zusammen; die Gebäudeheizung erfolgt sozusagen kostenfrei mit der Abwärme der Sender.

Die Antenne ist einer besonderen Beachtung wert. Sie wurde computerberechnet und sichert, wie erwähnt, eine fadingfreie Versorgung von fast ganz Holland, d. h. es wird nur die konstante Bodenwelle ausgenutzt; die störenden Einflüsse der reflektierten Raumwelle sind weitgehend ausgeschaltet. Nachdem die elektrischen Eigenschaften der Antenne berechnet waren, wurde die Wirkung an einem Modell 1 : 100 durch Messungen überprüft. Als die Antenne in Flevoland fertig war, ergaben die Betriebsmessungen die weitgehende Einhaltung des vorgegebenen Antennendiagramms. Besonderes Kennzeichen dieser 240 m hohen Antennenanlage ist die Mitteneinspeisung (*Bild 2*), die zur elektrischen Anpassung der Strahlerlänge an die beiden Programmfrequenzen gehört. Die Antennenkonstruktion erlaubte es, auf die sonst üblichen Zwischenisolatoren in den Abspannseilen (Pardunen) der Masten zu verzichten.

-r

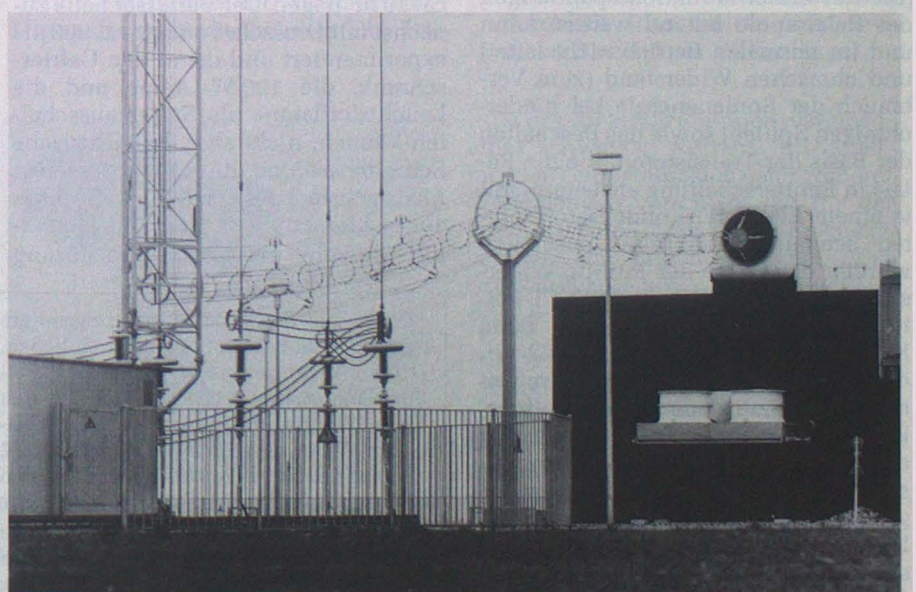


Bild 2. Mitteneinspeisung der beiden je 240 m hohen Antennenmasten

Netzstörungen im Minicomputer

Der Verfasser besitzt ein erweitertes KIM-System, wobei sich die CPU, Speicher, Video-Interface sowie weitere Hardware in einem Metallgehäuse befinden. Eine ASCII-Tastatur, die KIM-Tastatur und das 6stellige Anzeigenfeld sowie weitere Elemente befinden sich außerhalb in oder auf dem Plastikgehäuse der Tastatur. Tastatur und Rechnergehäuse sind durch ein mehradriges Kabel mit Drahtgeflechtmantel miteinander verbunden. Als Massenspeicher dienen zwei Kassettenrecorder. Ihre Fernbedienungseingänge werden von der CPU über je ein Relais angesteuert, das sich mit im Metallgehäuse des Rechners befindet.

Die anfänglichen Befürchtungen, daß das Drähtegewirr im nicht abgeschirmten Tastaturgehäuse äußere Störimpulse auffangen würde, bestätigten sich wider Erwarten nicht. Dagegen konnte man Störimpulse bei folgenden Tätigkeiten beobachten, die entweder ein Aussteigen der CPU oder einen Adreßsprung in der Anzeige des KIM-Monitorprogrammes bewirkten:

1. beim Schalten der Relais vom aktiven in den spannungslosen Zustand,
2. beim Ein- und Ausschalten einer Leuchtstoffröhre, einer 100-W-Glühbirne, eines Gefrierschrankes oder einer elektrischen Schreibmaschine,
3. beim Starten oder Stoppen eines Kassettenrecorder-Motors.

Die Störungen durch die Relais konnten relativ schnell behoben werden. Eine Serienschaltung von Löschdiode (die nur durch Induktionsspannungen der Relaisspule leitend werden kann und im normalen Betrieb nicht leitet) und ohmschen Widerstand (zum Verbrauch der Spulenenergie bei niederohmigen Spulen) sowie das Beschalten der Basis der Transistoren, die die Relais in Emitterschaltung ansteuern, mit je einem Elektrolyt-Kondensator sorgten schnell für Abhilfe. Zusätzlich wurden die Werte der Pull-up-Widerstände der NMI-, IRQ- und RESET-Leitungen auf 470 Ω verringert. Beim KIM-System sind dies die 3,3-kΩ-Widerstände R_1, R_3 und R_4. Auf diese Leitungen kapazitiv oder induktiv eingekoppelte Spannungsspitzen werden dadurch besser auf die Versorgungsspannung und von da gegen Masse abgeleitet. Diese Leitungen können nämlich nicht direkt mit Kondensatoren beschaltet werden, da gerade im Normalfall auf ihnen relativ kurze Impulse mit steilen Flanken auftreten.

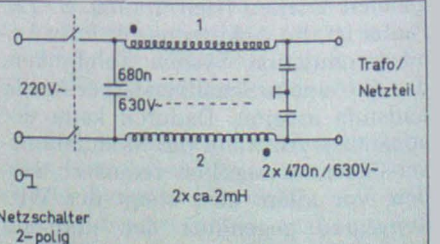
Für die unter Punkt 2 beschriebenen Störungen konnte nach einigem Suchen schließlich die Ursache geklärt werden. Alle Störquellen hingen an der gleichen Sicherung wie der Rechner. Dabei spielte es keine Rolle, ob sich das Gerät im gleichen Zimmer oder räumlich entfernt in einem Nebenzimmer befand. So war eindeutig die Netzleitung als Überträger der Störungen zu identifizieren. Abhilfe wurde dadurch erreicht, daß zwischen dem Trafo und der Netzleitung gleich nach dem Eintritt der Netzleitung in das Metallgehäuse die im *Bild* angegebene Schaltung eingebaut wurde. Seither wurde keine Störung über das Netz mehr beobachtet. Die angegebene Schaltung entspricht im Prinzip einem Entstörfilter, wie es auch handelsüblich angeboten wird. Deren Entstörwirkung kann aber unter Umständen nicht ausreichen, da ihre Induktivitäten meist in der Größenordnung von 500 µH und ihre Kapazität bei ca. 10 nF liegen. Der Verfasser hatte zunächst mit Drosseln von nur ca. 500 µH experimentiert und damit den Gefrierschrank, die 100-W-Lampe und die Leuchtstofflampe als Störer ausschalten können, nicht aber die elektrische Schreibmaschine, die an der gleichen Mehrfachsteckdose wie der Rechner angeschlossen war. Erst mit den 2-mH-Drosseln gelang die Entstörung vollständig. (Von einer vorübergehenden Notlösung, wie etwa dem Abschalten des Gefrierschrankes, muß der Verfasser aus eigener Erfahrung auf jeden Fall abraten, da bei intensiver Beschäftigung mit dem Rechner das Wiedereinschalten vergessen werden könnte.) Die Störungen verursachten übrigens nicht nur unliebsame Interrupts (hier kommt beim KIM während der Benutzung des Monitorprogrammes nur der NMI-Interrupt in Frage), sondern brachten auch den Adreß-Bus durcheinander. Dies war daran zu erkennen, daß auch bei definierten Interruptvektoren die CPU ins Leere lief.

Falls die Drosseln selbst hergestellt werden, ist unbedingt auf die Einhaltung der VDE-Vorschriften zu achten, nicht nur zum eigenen Schutz, sondern auch um das Niedervoltteil des Rechners vor der 220-V-Wechselspannung zu schützen.

Die von den Kassettenrecorder-Motoren verursachten Störungen gelangen vor allem über das Fernbedienungskabel in den Rechner und verursachen die gleichen Effekte wie die Netzstörungen. Da bei Verwendung einer Normbuchse für dieses Kabel die Polarität der beiden Adern immer die gleiche ist, kann zur Entstörung ein Elko verwendet werden, wobei hier 250 µF ausreichten. Beim Einbau des Elkos ist unbedingt auf seine Polarität zu achten. Wird mehr als ein Kassettenrecorder benutzt und sind die Kassettenrecorder nicht vom gleichen Typ, so kann es vorkommen, daß die Polarität der Fernbedienungsbuchsen nicht einheitlich ist. Um den Elko dabei nicht versehentlich falsch zu polen, ist in diesem Fall eine Überprüfung der Polarität der Anschlüsse zu empfehlen.

Bei den abschließenden Tests auf Störunanfälligkeit zeigt sich dann doch noch der Nutzen des Metallgehäuses. Wurde die Frontseite des Rechnergehäuses entfernt, so waren die Störungen durch die etwa 1 m entfernt stehende Schreibmaschine so stark, daß sie den Rechner durcheinanderbrachten. Bei geschlossenem Gehäuse traten dagegen keine Störungen mehr auf.

Dr. Rainer Gerlich



Die Ströme, die die auf einen einzigen Kern gewickelten beiden Spulen durchfließen, dürfen nicht gegenseitig ihre Magnetfelder kompensieren, da sonst beide Spulen ihre Wirkung als Tiefpaß verlieren. Gleichen Wicklungssinn der Spulen 1 und 2 vorausgesetzt bezeichnen die beiden Punkte gleichartige Spulenanschlüsse (z. B. jeden Spulenanfang). Der Netzschalter sollte wie im Bild gezeigt angeordnet werden, damit kein Blindstrom fließen kann, der bei dieser Dimensionierung immerhin ca. 60 mA beträgt. Je nach Anwendungsfall sollte daher auch geprüft werden, ob nicht schon geringere Kapazitäten ausreichen

Bei Nacht und Nebel

In zwei aufeinanderfolgenden Beiträgen wollen wir uns mit dem Themenkreis „Nachtsehen" auseinandersetzen. Anlaß dazu ist die Aufnahme der Produktion von Infrarot-Detektoren in der Bundesrepublik Deutschland. Der erste Beitrag beschäftigt sich mit den verschiedenen Verfahren und stellt ihre Vor- und Nachteile zusammen. Der zweite Beitrag schließlich sezt sich vor allem mit der Halbleiter-Technologie auseinander, die mit der Herstellung von Infrarot-Detektoren verbunden ist.

Die Erkenntnis, daß man mit Infrarotstrahlen auch nachts sehen kann, ist schon rund fünfzig Jahre alt: Die grundlegenden Patente stammen aus den 30er Jahren. Die ersten praktischen Einsätze von IR-Geräten waren in den letzten beiden Jahren des zweiten Weltkriegs zu verzeichnen. Neben den militärischen Anwendungen hat aber der zivile Bereich an Bedeutung gewonnen. Hier ist es das Gebiet der Gesundheitsfürsorge, das Erkennen von Schwelbränden (die oft für das bloße Auge nicht ausmachbar sind), sowie industrielle Anwendungen (wie die Aufnahme von Thermogrammen, mit denen man Wärmeverluste an Häusern darstellen kann).

Am Anfang der Entwicklung standen aktive Nachtsichtgeräte. Das Gesichtsfeld muß dabei mit einem Infrarotstrahler ausgeleuchtet werden. Von Zoologen werden solche Geräte auch heute noch eingesetzt, da sie vergleichsweise preiswert und einfach im Aufbau sind. Der gravierendste Nachteil – den Infrarotstrahler kann man mit einfachen Mitteln lokalisieren – fällt bei diesen Anwendungen nicht ins Gewicht.

Ein Schritt vorwärts: Restlichtverstärker

Zu Beginn der 60er Jahre kamen dann mit verbesserten Röhrentechnologien die passiven Restlichtverstärker auf. Sie haben eine wesentlich höhere spektrale Empfindlichkeit. An Stelle einer eigenen IR-Strahlungsquelle benutzen Restlichtverstärker die natürliche Resthelligkeit in der Nacht. Die technische Aufgabe verlagerte sich auf das Problem, Röhrenkatoden zu bauen, deren spektrale Empfindlichkeit weit ins nahe Infrarot hineinreicht.

Die Ausbreitungsbedingungen unterliegen bei Restlichtverstärkern (die ja keine Infrarotgeräte sind) weitgehend denjenigen des sichtbaren Lichts. Da die sichtbare Strahlung vor allem durch Luftmoleküle und Dunst gestreut wird, sind hier die Grenzen der Restlichtverstärker erkennbar. Das *Bild 1* zeigt eine moderne Restlichtverstärker-Kamera (LLL-TV-Kamera), wie sie z.B. von Siemens-Albis in Zürich hergestellt wird.

Wärmebildgeräte: Nachtsichttechnik mit Zukunft

Das große Interesse an Wärmebildgeräten ist auf drei Grundeigenschaften zurückzuführen:

1. Wärmebildgeräte arbeiten – genau wie Restbildverstärker – völlig „passiv". Sie nutzen die Wärmestrahlung des zu beobachtenden Objekts aus.

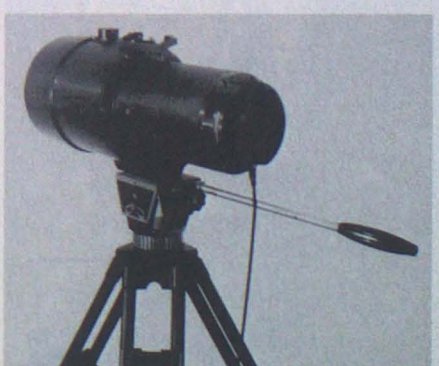


Bild 1. Restlichtverstärker-Kameras gehören zwar zu den Nachtsichtgeräten, sie sind aber keine Infrarot-Geräte: Sie bedienen sich des natürlichen Restnachtlichts. Ihr Einsatz ist mithin durch die lichtoptischen Ausbreitungsbedingungen begrenzt

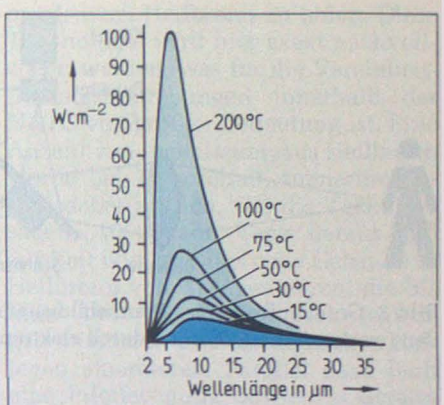


Bild 2. Intensität und spektrale Verteilung der von Körpern emittierten Wärmestrahlung folgt dem Planckschen Strahlungsgesetz. Auf der Ordinate ist die Leistung aufgetragen, die von einer Objektoberfläche von 1 cm² bei verschiedenen Wellenlängen ausgestrahlt wird. Ein Mensch strahlt bei mittlerer körperlicher Betätigung etwa 100 W ab

2. Da die Intensität des Umgebungslichtes (anders als bei Restlichtverstärkern) keine Rolle spielt, kann man auch in sehr dunklen Nächten (bei Neumond) Beobachtungsreichweiten von einigen Kilometern erzielen. Die Reichweite hängt im wesentlichen vom thermischen Kontrast des Beobachtungsobjektes gegenüber dem Hintergrund ab.

3. Dunst wird viel besser durchdrungen, weil vor allem im Spektralbereich zwischen 8 und 13 µm gearbeitet wird (*Bild 2*). Hier liegt eines der beiden „Fenster", in welchen die Atmosphäre Wärmestrahlung durchläßt (das andere liegt zwischen 3 und 5 µm Wellenlänge).

Da das spektrale Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers mit abnehmender Temperatur sich nach größeren Wellenlängen verschiebt, ist für den terrestrischen Einsatz dieser Frequenzbereich am besten geeignet. Den Grundaufbau eines Wärmesichtgerätes zeigt *Bild 3*.

Ein Objektiv erfaßt das Bild und lenkt es auf einen Scanner. Da Glas für langwellige IR-Strahlung undurchlässig ist, werden bei Wärmebildgeräten Silizium- oder Germaniumlinsen verwendet. Der Scanner tastet das Bildfeld in der Horizontalen und der Vertikalen ab: Hierfür setzt man entweder Ablenkspiegel oder rotierende Prismenränder ein.

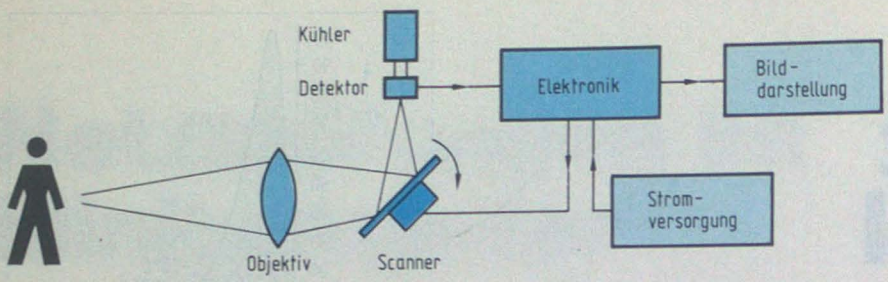


Bild 3. Grundaufbau eines Wärmebildgerätes. Die Entwicklungsarbeiten zielen darauf ab, den (mechanischen) Scanner durch elektronische Lösungen zu ersetzen
(Alle Bilder: Siemens-Albis)

Detektoren sind Schlüsselbauteile

Als eigentliche Detektoren werden Halbleiter mit innerem Photoeffekt verwendet (z.B. Quecksilber-Cadmium-Tellurid). Da bereits bei Zimmertemperatur ein spürbarer Elektronenstrom feststellbar ist, müssen die Detektoren von Wärmesichtgeräten auf fast −200 °C gekühlt werden. Mehr hierüber in unserem zweiten Beitrag.

Röhren können als Detektoren nicht angewandt werden: Die Energie eines Strahlungsquants im langwelligen Infrarotbereich reicht nicht mehr aus, um aus einer Katode ein Elektron herauszuschlagen. Hierin liegt der Grund, daß man vom äußeren auf den inneren Photoeffekt „umsteigen" muß. Für die notwendige Kühlung der Detektoren gibt es drei Möglichkeiten: a) mit Thermoelektrik (Peltier-Elemente), b) mit hochkomprimiertem Stickstoff oder c) mit Kältemaschinen nach dem Sterling-Prinzip oder dem Vuilleumier-Kreislauf.

Peltier-Kühlung geht nur bis etwa −80 °C, so daß sie sich für IR-Geräte bei 8 bis 13 µm ausschließt. Im allgemeinen verwendet man heute kleine Kältemaschinen.

Für die Bilddarstellung gibt man heute dem elektronischen Multiplexing den Vorzug. Das Objekt wird über das Objektiv und den Scanner auf den Detektor abgebildet. Die Detektorsignale werden in Videokanälen zusammengefaßt und elektronisch multipliziert. Dieser Vorgang wiederholt sich nach jeder Bildabtastung. Das Bild wird somit über einen TV-Monitor dargestellt. Hochleistungs-Wärmebildgeräte erreichen eine optische Auflösung von etwa 0,2 mrad und eine thermische Auflösung von ca. 0,1 °C.

Die weitere Entwicklung konzentriert sich auf die Herstellung von Flächendetektoren. Darunter ist eine Mosaikanordnung zu verstehen, wobei jedem Detektorelement ein Bildpunkt zugeordnet ist. Mit dieser Technik kann auf die mechanische Bildabtastung verzichtet werden.

Ernst Schätzle-KHK.

Literatur:

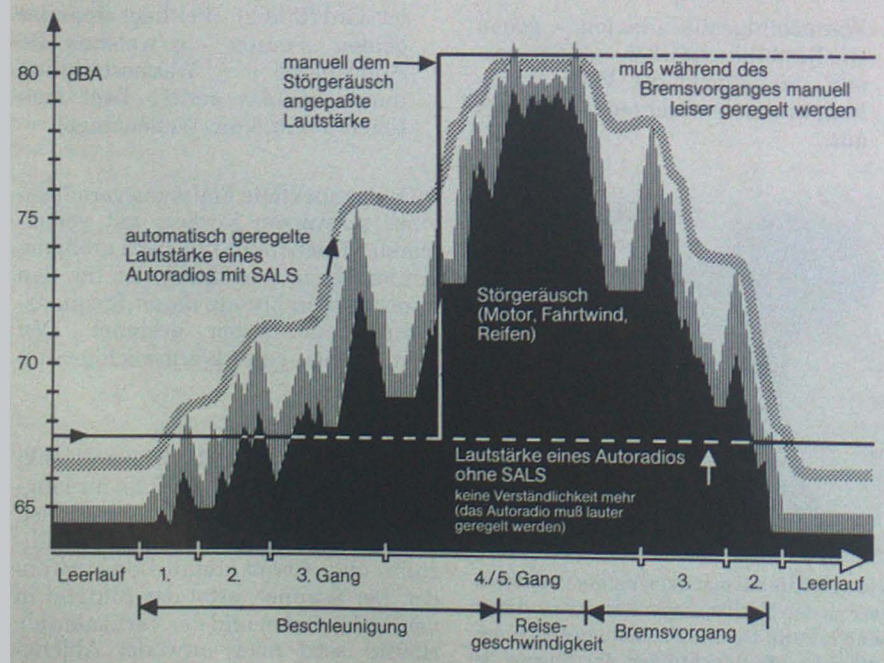
Ernst Schätzle, Nachtsichtgeräte, ASMZ 4/1978.
Ernst Schätzle, Nachtsehen, ASMZ 9/1980

Lautstärke automatisch gesteuert

Dem im fahrenden Auto sich häufig ändernden Geräuschpegel paßt SALS, eine von Blaupunkt entwickelte störgeräuschabhängige Lautstärkesteuerung, die Lautstärke des Autoradios automatisch an. Daher braucht der Fahrer bei Geschwindigkeitsänderungen oder beim Übergang auf einen anderen Straßenbelag nicht mehr von Hand nachzuregeln (*Bild*). Alle für SALS nötigen Funktionen sind in einem Baustein zusammengefaßt, der in größeren Stückzahlen rationell gefertigt werden kann.

Serienmäßig ist die Lautstärke-Automatik SALS in dem Autoradio Berlin 8000 Super Arimat und dem Stereo-Tapedeck ACR 931 eingebaut. Ein frei schwingend aufgehängtes Mikrofon in der Frontplatte des Gerätes nimmt dabei die Geräusche im Wagen auf. Die vom Mikrofon abgegebene Spannung wird verstärkt, mit der an den Lautsprechern liegenden Spannung verglichen und daraus eine Steuerspannung gewonnen, die dafür sorgt, daß die Lautstärke aus den Lautsprechern genau dem Wert entspricht, der eingestellt wurde. Bei Fahrtbeginn muß lediglich die gewünschte Grundlautstärke eingestellt werden.

Ein ebenfalls automatisch arbeitender Begrenzer bewirkt, daß von einer bestimmten Lautstärke ab eine weitere Anhebung unterbleibt, damit die SALS bei überlauten Störgeräuschen Musik und Sprache nicht zu hoch regelt. Jedoch kann der Fahrer selbst entscheiden, ob lauter gehört werden soll, was dann allerdings eine Korrektur per Hand erfordert. Ein kurzzeitig auftretendes Störgeräusch – etwa die Hupe – führt infolge einer Verzögerungsschaltung nicht zum spontanen Hochregeln der Lautstärke; es gibt also keinen akustischen „Jo-Jo-Effekt".



Die störgeräuschabhängige Lautstärkesteuerung SALS von Blaupunkt erleichtert dem Autofahrer die Konzentration auf den Straßenverkehr

Eine große Fabrik für ein kleines Nachtsichtgerät

Als „100-Millionen-DM-Ding" kann man das kleine, tragbare Nachtsichtgerät für den militärischen Einsatz in Panzern, Kampfhubschraubern und in der Geländeaufklärung bezeichnen, das nunmehr auch in Europa in Serie gebaut werden wird. Die auf dem Gebiet der Optoelektronik einschließlich der Infrarot-Technik (IR) sehr erfahrenen Spezialisten bei AEG-Telefunken in Heilbronn bekamen in sehr kurzer Zeit eine eigene Fabrik für dieses ungemein kompliziert zu fertigende Gerät – alles in allem ein Projekt mit 100 Mio. DM Aufwand.

Es handelt sich um eine Kooperation des Bundesministeriums für Verteidigung mit AEG-Telefunken. Anfangs werden die Leistungen des Ministeriums überwiegen, nachdem der Konzern die Fabrik in nur einjähriger Bauzeit nach eigenen Plänen erstellte. Sie bietet mit Keller und vier Geschossen 8100 m^2 Nutzfläche; zahlreiche Räume sind vollklimatisiert, einige gelten als Reinsträume. Hier werden die Materialpräparation des Quecksilber-Cadmium-Tellurids sowie die Präparation und der Aufbau der Detektorzeilen durchgeführt.

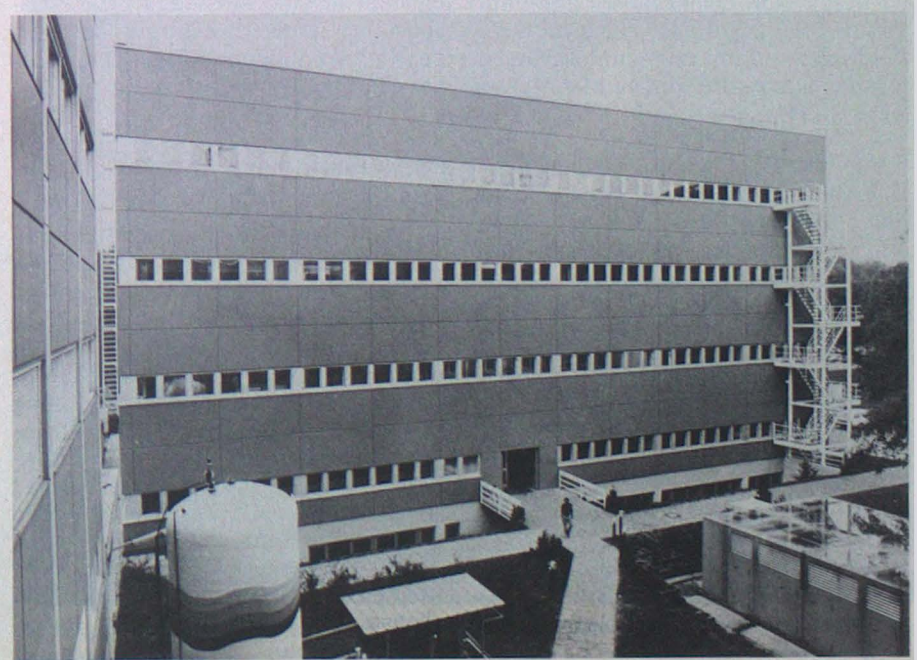
Etwa ab März 1981 entstehen im neuen Gebäude die ersten Wärmebildgeräte nach dem US-Common-Module-Konzept (*Bild 1*), bestimmt zur Überwachung des Geländes und des Auffindens von Gegenständen und Personen bei Nacht. Aufgenommen und zu erkennbaren Bildern verarbeitet wird die natürliche Wärmestrahlung der Objekte. Es handelt sich also nicht um die bekanntere Restlicht-Technik, bei der das auch in der dunkelsten Nacht vorhandene Licht (Sterne, Mond) entsprechend verstärkt wird, und auch nicht um das aktive IR-Verfahren, das mit einer Infrarotlicht-Bestrahlung der Objekte arbeitet.

Das Wärmebildgerät besteht aus dem Detektor-Dewar, gekühlt auf rd. 77 K mit einer Kühlmaschine, etwa vom Stirling-Typ, dem 180-Kanal-Vorverstärker, dem Nachverstärker und einem LED-Display (*Bild 2*). Gearbeitet wird im dritten atmosphärischen Fenster (8...14 µm Wellenlänge), das der Ausbreitung der Infrarotstrahlung besonders günstige Bedingungen bietet.

AEG-Telefunken hat in dreijähriger Arbeit im Rahmen eines Vertrages mit dem Bundesministerium für Verteidigung die Grundlagen für die US-Common-Moduls in Heilbronn erstellt. Dann eröffnete sich die Möglichkeit, das Fertigungs-Know-how für Detektor und Kühlmaschine von Texas Instruments nach Heilbronn zu holen. Diese Technologie wird hier exakt nachvollzogen werden, was für die Vereinheitlichungsbestrebungen innerhalb der NATO von größter Bedeutung ist. Eine Anzahl von Ingenieuren aus Heilbronn wurde bei TI geschult, immerhin kamen dabei zeitlich, wie die Techniker sagen, „1000 Mann · Tage" heraus, und zur Zeit wimmelt das neue Gebäude in Heilbronn von TI-Ingenieuren, die bis März 1981 die Fertigungseinrichtungen montieren und die deutschen Kollegen einarbeiten. Parallel dazu läuft eine Pilotfertigung des neues Gerätes im alten Fabrikgebäude in Heilbronn; allererste Handmuster sind schon vorhanden. Die neue Fabrik ist für eine Produktion von 100 Wärmesichtgeräten im Monat ausgelegt; TI strebt eine solche von 180/Monat an. Der Bedarf ist sehr groß, zur Zeit sind alleine in der US-Wehrmacht Aufträge über 5000 Stück unerledigt. Neben TI befassen sich noch weitere amerikanische Firmen mit dem US-Common-Modul-Gerät, ohne daß von dort schon wesentliche Stückzahlen lieferbar sind.

Welches Material für den Infrarot-Detektor?

Wie *Dr. Horst Maier*, Leiter der Produktentwicklung, ausführte, setzt der Nachweis von Infrarotstrahlung deren Umwandlung in eine der Messung zugänglichen Größe voraus. Dafür gibt es mehrere Methoden; die empfindlichste ist der Einsatz von Quantendetektoren aus Halbleiterkristallen. Dabei erzeugt das absorbierte Infrarot-Quant zusätzliche Ladungsträger, die unmittelbar



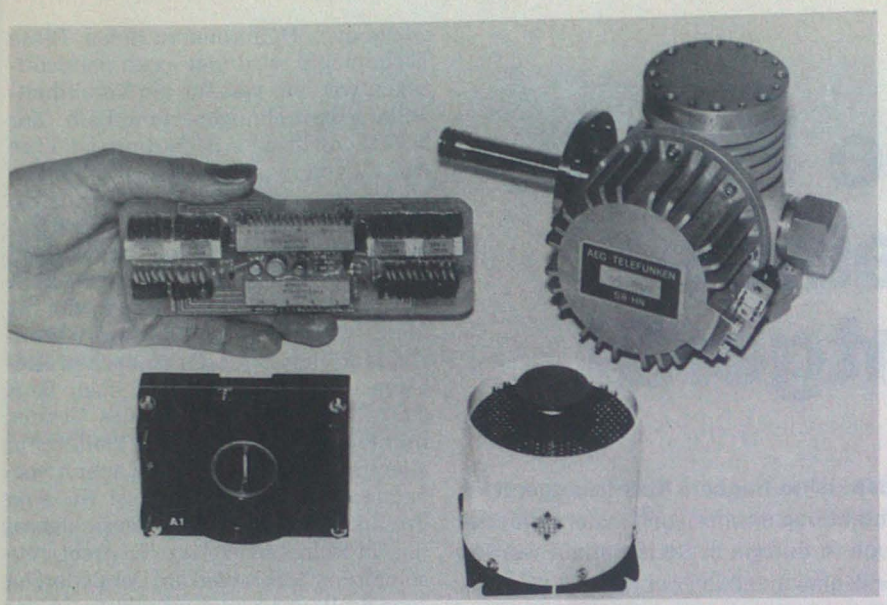


Bild 1. Die vier kritischen Komponenten des Wärmebildgerätes: links oben ein Teil des 180-Kanal-Vorverstärkers, daneben der Maschinenkühler, links unten LED-Zeile, daneben das Detektor-Dewar. Es gehören zum fertigen Gerät noch acht weitere konventionelle Bauelemente

zum Strom durch den Detektor oder zu der an ihm liegenden Spannung beitragen. Die Aufgabe ist nicht einfach, weil diese „Wärmebild-Kameras" sehr kleine Temperaturdifferenzen (0,1 K) auf dem Objekt bei Raumtemperatur (300 K) auflösen müssen. Dazu muß das Maximum der Detektorempfindlichkeit bei einer Wellenlänge um 11 µm liegen. Das aber schränkt die Materialauswahl auf einige wenige exotische Halbleiter ein. Es sind Mischkristalle aus mehreren Komponenten, die harte Anforderungen an das Kristallzüchten und an den Betrieb, wie etwa Kühlung auf rd. 80 K, stellen. Nach langen Untersuchungen konzentrierte sich die Entwicklung auf Quecksilber-Cadmium-Tellurid ($Hg_{1-x}Cd_xTe$) – zumindest in Heilbronn; Konkurrenzunternehmen wenden auch noch andere Materialien an, etwa $Pb_{1-x}Sn_xTe$.

Für den Kristallzüchter stellt sich die Aufgabe, einen extrem reinen, möglichst perfekten Einkristall mit genau eingestelltem und homogenem Mischungsverhältnis Hg/Cd und (Hg + Cd)/Te herzustellen. Hier versagen die üblichen Verfahren wie Erstarren aus der Schmelze, Zucht aus der Lösung oder Kondensation aus der Dampfphase. AEG-Telefunken wendet daher ein Verfahren an, das etwa „Zucht aus der festen Phase" genannt werden kann; es ist Metallphysikern nicht fremd, jedoch in der Halbleitertechnologie einmalig. Die Einzelheiten der fünf Herstellungsschritte sind bestgehütetes Firmengeheimnis. Hier nur soviel, daß es 1978 gelang, $Hg_{0,8}Cd_{0,2}Te$-Einkristalle herzustellen. Eine Partie kann in etwa drei Monaten gefertigt werden, wobei die Ergebnisse erst am Ende dieser Zeit feststehen; Messungen „unterwegs" sind kaum möglich, denn das Material entsteht in verschlossenen Quarzglasampullen unter Beachtung außerordentlich komplizierter Temperaturprofile (*Bild 3*).

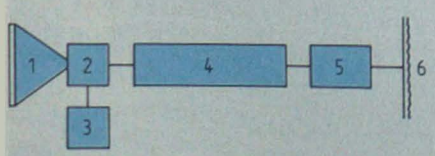


Bild 2. Blockschaltbild des Wärmebildgerätes; 1 = Objekt, 2 = Detektor-Dewar mit 180 Einzelelementen, 3 = Kühlaggregat, 4 = Vorverstärker mit 180 Kanälen, 5 = Nachverstärker mit Bedienungselementen und 6 = LED-Display

Bauelementetechnologie von Infrarot-Detektoren

Hinter der Mitteilung „Die Bauelementetechnologie von Infrarot-Detektoren umfaßt sämtliche Prozeßschritte von der rohen Halbleiterscheibe bis zum fertigen Produkt; es handelt sich um Läpp- und Polierprozesse, fotolithografische Prozesse als Maskierung für Ätzvorgänge oder Metallbedampfung sowie die Herstellung von Passivations- und Antireflexionsschichten" steckt ungemein viel Spezialwissen und auch – Geduld! Man hörte beim Werksrundgang, daß weit über einhundert unterschiedliche Schichten in ebenso vielen Arbeitsschritten aufgebracht werden.

Der Nachweis von Infrarotstrahlungen kann im Halbleiter nach dem fotovoltaischen Effekt (= Fotodiode) oder der Fotoleitung erfolgen. Beim ersten Verfahren treten noch Reproduzierbarkeitsprobleme auf, daher wird der fotoleitenden Ausführung der Vorzug gegeben. Dieser Effekt beruht auf der Erzeugung von Ladungsträgerpaaren durch die einfallende Infrarotstrahlung. Die Ladungsträger stehen während ihrer Lebensdauer für den Stromtransport zur Verfügung und reduzieren damit den Widerstand des Bauelementes. Eine externe Strom- bzw. Spannungsquelle ist nötig.

Infrarot-Detektor-Arrays nach dem genannten Prinzip mit 180 Einzelelementen der Größe 50 µm x 50 µm entstehen zur Zeit im Labor und werden ab März 1981 im neuen Werk in Serie her-

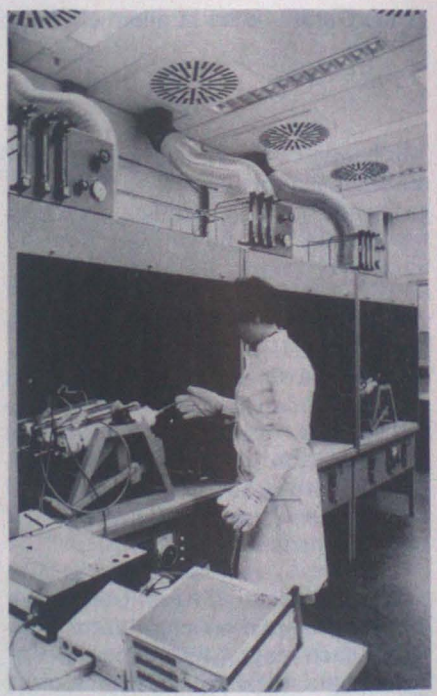


Bild 3. Die Temperaturprofile in den Syntheseöfen für das Detektormaterial Quecksilber-Cadmium-Tellurid werden kontrolliert; es befindet sich in Quarzglasampullen

gestellt (*Bild 4*). Sie sind zunächst für das erwähnte Nachtsichtgerät bestimmt, dürften aber später auch für andere Projekte brauchbar sein. Immerhin besteht die Aussicht, auch Detektoren nach dem fotovoltaischen Prinzip in Serie mit exakt gleichen Eigenschaften herzustellen, wenn auch vielleicht erst nach einigen Jahren weiterer Entwicklung.

Wesentlich für die Ausbeute in der Fertigung sind die Messungen am Detektor; hier fallen nach dem Erreichen

der geplanten Serien pro Monat rd. 10^5 Detektormessungen an. Daher wurden in Heilbronn unter Leitung von *Dr. Charles Becker* automatisch arbeitende Meßsysteme entwickelt – ohne Automatisierung wäre die Meßaufgabe nicht mehr wirtschaftlich zu bewältigen.

Die hocheffiziente Gaskältemaschine

Der IR-Detektor für das dritte atmosphärische Fenster muß auf rd. 80 K heruntergekühlt werden. Schon seit 1960 laufen entsprechende Untersuchungen an Gaskältemaschinen, die 1 W Kälteleistung in diesem Bereich mit weniger als 50 W Eingangsleistung erbringen. Der erwähnte Verwendungszweck verlangt niedrige Gewichte auch für das Kälteaggregat; derlei Konstruktionen haben normalerweise aber einen Wirkungsgrad, der kaum 5% beträgt. Die Technik lieferte diverse Lösungen nach dem Schmidt-Modell und nach der Finkelstein-Theorie; beherrschend bleibt das Stirling-Prinzip und neuestens auch die Vuilleumier-Gaskältemaschine (VM-GKM). Letztere wurde in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten durchentwickelt, aber es bleibt dabei, daß es sich um ein Gerät mit beweglichen Teilen (Kolben), Dichtungen und Lagern handelt, das also Verschleißteile besitzt und somit von begrenzter Lebensdauer ist. Immerhin sind die Verhältnisse bei der Vuilleumier-Gaskältemaschine noch am günstigsten. Aus der Entwicklung der AEG-Telefunken-Ingenieure gibt es u. a. eine Maschine mit 0,6 W Kälteleistung bei 77 K und 120 W Aufnahmeleistung bei nur 1,5 kg Masse; eine nach dem Stirling-Prinzip arbeitende GKM der gleichen Firma hat die Werte 1,4 W/77 K, 48 W Aufnahmeleistung und 1,78 kg Masse. Konkurrenten auf diesem Gebiet sind Hughes, Philips und CTI.

Rauscharmer Vorverstärker

Die Eigenschaften eines IR-Systems werden hauptsächlich vom Detektor und Vorverstärker bestimmt. Entscheidend sind Empfindlichkeit und Eigenrauschen des Detektors, denn das Detektorrauschen legt bei vorgegebener Empfindlichkeit die untere Grenze der Wärmeleistung fest, die gerade noch festgestellt werden kann. An den Vorverstärker werden bestimmte Anforderungen gestellt. So soll sein Eigenrauschen so gering sein, daß die Detektoreigenschaften nicht verschlechtert werden; für große Bildkontraste ist eine hohe Dynamik notwendig. Von einer ausreichenden Bandbreite hängt es ab,

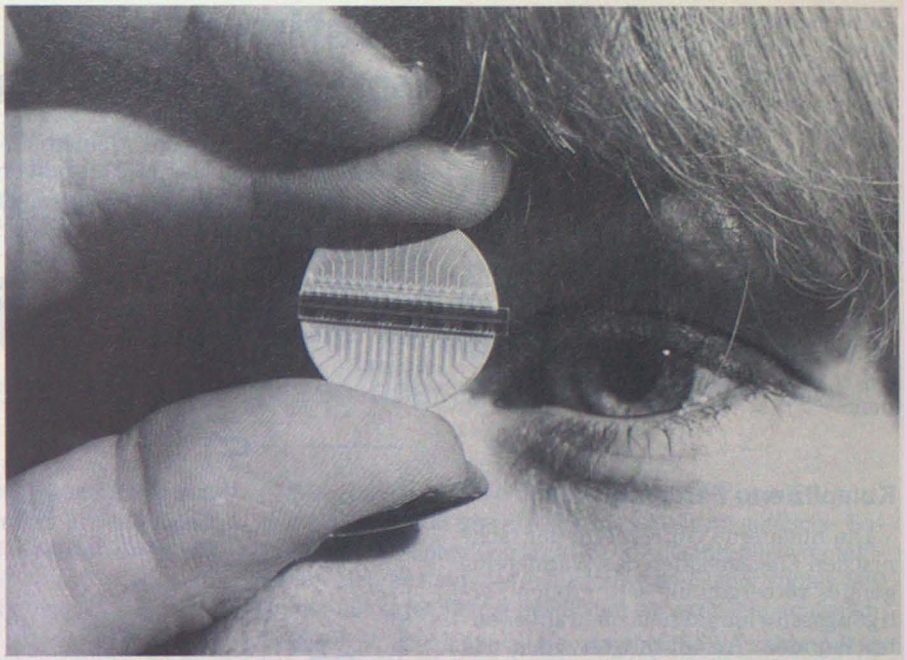


Bild 4. Die Detektorzeile aus 180 vielfach bearbeiteten Einkristallelementen im Vergleich zur Größe eines menschlichen Auges

wie schnell der Bildwechsel sein darf, der in der Regel mit 30/s angesetzt wird. Auch soll die Verlustleistung gering sein. Bei Sättigung durch ein extrem starkes Signal ist eine schnelle Erholzeit nötig, um das Nachleuchten der angeregten Bildpunkte zu vermeiden. Schließlich verlangen Platzgründe und Systemkosten die Ausführung als IC.

AEG-Telefunken löste diese und weitere Proleme durch die integrierte Schaltung U 259 B mit fünf Vorverstärkerkanälen in einem 14poligen Gehäuse. Jeder Kanal hat folgende Eigenschaften: Verstärkung 70 V/V mit einer Variation von Kanal zu Kanal von $< 5\%$ (angestrebt: 2%); Aussteuerbereich am Ausgang rd. 1,5 V; Dynamik über 90 dB; Verlustleistung bei 5 V Versorgungsspannung 16 mW pro Kanal; das auf den Eingang bezogene Rauschen eines Kanals ist kleiner als 0,47 µV bei einer Bandbreite von 100 kHz. Mit diesen Werten bleibt die Erhöhung des Detektorrauschens unter 5%, wodurch

Bild 5. Abbild eines Menschen, aufgenommen mit Hilfe des Wärmebildgerätes in einem völlig dunklen Raum

keine merkliche Verschlechterung des Bildes eintritt. Die genannten Eigenschaften sind in einem Umgebungstemperaturbereich von –50 °C bis + 100 °C einzuhalten.

Um auf die verlangte Zahl von 180 Verstärkerkanälen zu kommen, müssen 36 derartige ICs verwendet werden. Diesem Vorverstärkerblock folgen der Nachverstärker, in den die Bedienungselemente integriert sind, und schließlich das LED-Display, über das keine näheren Angaben gemacht wurden.

Komplizierte Fertigung

Die nüchterne Aufzählung der technischen Eigenschaften des Wärmebildgerätes verbergen die sehr großen Fertigungsschwierigkeiten, oben angedeutet bei den Ausführungen über das Halbleitermaterial für den IR-Detektor. Das Endprodukt, ein handliches Wärmebildgerät hoher Empfindlichkeit bei gut erkennbarer Bildwiedergabe (*Bild 5*), robust, gering im Gewicht und pro Stück sicherlich um 40 000 DM teuer, wenn die Serie anläuft, benötigt tatsächlich eine eigene, hochmoderne Fabrik. Bei der Besichtigung waren fast alle Räume in den drei Stockwerken noch leer, in einigen begann die Montage, u. a. der Laserabgleichgeräte, der Läpp- und Schleifanlagen usw. – alles neueste Technik in hochpräziser Qualität. Wenn vom „100-Millionen-DM-Projekt" die Rede war, dann entfällt davon nur der geringste Anteil auf das gewiß nicht billige Fabrikgebäude; den Löwenanteil schlucken die Fabrikationseinrichtungen.

Bei der Einweihung erläuterte *Dipl.-Ing. Peter Runge*, Abteilungsleiter für Rüstungstechnik im Verteidigungsministerium, die Gründe für die Zusammenarbeit mit AEG-Telefunken. Es war die Absicht, die IR-Technik an einer Stelle zu konzentrieren, zumal die hier angewandten Techniken u. a. auch für den IR-Suchkopf der Rakete AIM 9L benutzt werden. Die Konzentration hilft, Risiken und Kosten zu vermindern; immerhin muß die starke internationale Konkurrenz im NATO-Bereich berücksichtigt werden. Zu dem Entschluß, die IR-Technik derart zu fördern, führte die Erkenntnis, daß ein wirkungsvolles „Nachtsehen" unerläßlich sein wird. Heilbronn mit seinen vorzüglichen Experten auf dem optoelektronischen Sektor, den AEG-Telefunken seit vielen Jahren bearbeitet, erscheint als die geeignete Stelle für derlei Spezialarbeiten. Karl Tetzner

Bestimmung von sehr kleinen Widerständen

Beim Messen von sehr kleinen Widerständen besteht das Hauptproblem darin, daß die Übergangswiderstände an der zur Messung notwendigen Kontaktierung mit in das Meßergebnis eingehen können, da der Widerstand des Prüflings und der Klemmenwiderstand etwa in der gleichen Größenordnung liegen.

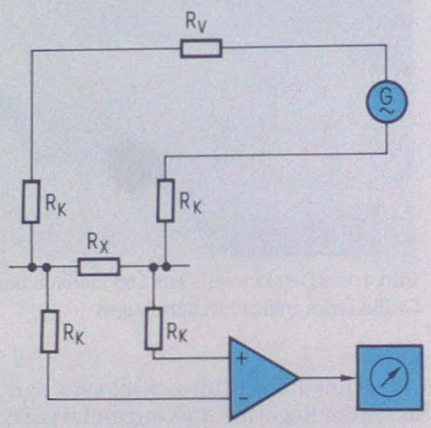


Bild 1. Die Kontaktierung für den Prüfstrom und für die Meßspannung am Widerstand R_X sind voneinander isoliert

Eine Methode, diesen Fehler zu vermeiden, bietet die in *Bild 1* dargestellte Prüfschaltung. Dabei werden separate Stromkreise für den Prüfstrom und die abgegriffene Meßspannung benutzt. Im Prüfstromkreis liegt ein Vorwiderstand R_V, dessen Wert sehr groß gegenüber dem Prüfling R_X und natürlich auch den Klemmenwiderständen R_K ist. Damit bleibt der Prüfstrom konstant, auch wenn sich z. B. die Kontaktübergangswiderstände in einem gewissen Bereich verändern sollten; man spricht von einem eingeprägten Strom.

Im eigentlichen Meßkreis wird ein Meßverstärker verwendet, dessen Eingangsimpedanz sehr hoch gegenüber dem Widerstand des Prüflings oder dem Klemmenwiderstand ist. Damit gehen auch im Meßkreis die Übergangswiderstände der Kontaktierungselemente nicht in die Messung ein, da lediglich der Spannungsabfall über dem Prüfling die Eingangsspannung für den Differenzverstärker und damit das Meßresultat ergibt.

Beim Mikroimpedanz-Meßgerät EMT 328 (*Bild 2*; Vertrieb: EMT Franz GmbH, Lahr) erfolgen die Stromzuführung und die Meßspannungsabnahme zwar mechanisch über die gleiche Klemme, die Kontaktierungen sind jedoch voneinander isoliert. Damit ist trotz einfacher Handhabung den vorgenannten Bedingungen zur Erzielung eines genauen Meßwertes Genüge getan.

Mikrowellen-Detektoren

Die Bestrahlung durch Mikrowellen sollte für den menschlichen Körper 10 mW/cm² nicht überschreiten. Es ist deshalb sehr wichtig, die Strahlungsintensität in der Umgebung von Mikrowellen-Öfen und anderen Bestrahlungsanlagen messen zu können.

Die französische Firma A.D.E. (Vertrieb: Microscan GmbH, Hamburg 60) hat Mikrowellen-„Badge"-Detektoren entwickelt, die eine Empfindlichkeitsschwelle von nur 3 mW/cm² haben. Sie bestehen aus einem Sensor, der an eine Glimmröhre gekoppelt ist. Wenn die Strahlungsschwelle erreicht wird, leuchtet die Glimmröhre. Das Standard-Modell ist auf 2450 MHz abgestimmt.

Bild 2. Das Meßgerät EMT 328 eignet sich zur Messung von Impedanzen bis herunter in den µΩ-Bereich

Dieter Nührmann

Bauelemente in Theorie und Praxis (27)

Eine Serie für alle, die es noch nicht wissen oder wieder vergessen haben

Wird der Verstärker als Gleichspannungsverstärker ausgelegt, muß der Kondensator C_E entfallen. Es ist lediglich mit dem Wert von C_E' zu rechnen und für dessen Ermittlung die Summe von $R_E' + R_E$ zu benutzen.

Die Verstärkung ist mit guter Annäherung

$$v_u \approx \frac{R_C}{R_E'} = \frac{2{,}5\ k\Omega}{150\ \Omega} = 16{,}6\text{fach},$$

als Gleichspannungsverstärker nach dem vorher Gesagten jedoch nur

$$v_u \approx \frac{2{,}5\ k\Omega}{1\ k\Omega} \approx 2{,}5\text{fach}.$$

Der Basisteiler wird so errechnet, daß $I_T \approx 15...20 \cdot I_B$ ist. Bei $I_B = 10\ \mu A$ wird $I_T \approx 150\ \mu A$. Die Spannung U_{R1} ist $U_B - (U_E + U_{BE})$, also $U_{R1} = 10\ V - (1{,}5\ V + 0{,}6\ V) = 7{,}9\ V$. So wird dann

$$R1 = \frac{U_{R1}}{I_T} = \frac{7{,}9\ V}{150\ \mu A} = 52{,}6\ k\Omega \text{ und}$$

$$R2 = \frac{10\ V - 7{,}9\ V}{150\ \mu A} = 14\ k\Omega.$$

Abschließend kann das Potentiometer P benutzt werden, um als Teil von R2 Bauteiletoleranzen auszugleichen. Sinnvoll ist es, mit P die gewünschte Spannung U_E bzw. U_{RC} einzustellen.

Über den richtigen Wert von C_K ist – siehe Bild 139a – bereits die Erklärung gegeben. Weitergehende Berechnungen von Transistorverstärkern sind dem „Werkbuch Elektronik" zu entnehmen.

Die Oszillogramme der folgenden Bilder geben das Verhalten einer Transistorstufe bei falscher Dimensionierung wieder.

Bild 156: Hier ist die Spannung $U_{E\sim}$ oder aber R_C (s. a. Bild 155) zu groß gewählt. Es tritt eine symmetrische Begrenzung der Spannung U_A auf. Die Aussage der symmetrischen Begrenzung des sinusförmigen Steuersignals läßt immer auf einen richtig gewählten Arbeitspunkt schließen.

Bild 157: Hier ist eine unsymmetrische Verzerrung festzustellen. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Spannung U_{RC} – s. a. Bild 155 – zu groß gewählt wurde, also $U_{CE} < U_{RC}$ ist. In den meisten Fällen ist ein zu großer Arbeitswiderstand R_C die Ursache. Das untere Oszillogramm in Bild 157 stellt den Oberwellengehalt mit K = 30 % dar.

Bild 158: Daß bei einer sinusförmigen Eingangsspannung lediglich Spannungen $U_{A\sim}$ mit positiven Halbwellen auftreten, erfolgt bei völliger Übersteuerung. In einer abgewandelten Schaltung von Bild 155 wird davon Gebrauch gemacht, wenn in der Hf-Stufe Frequenzverdoppler oder Vervielfacher-Stufen aufgebaut werden. Die Schaltimpulse enthalten eine Vielzahl von Oberwellen, wodurch anstelle von R_C ein Schwingkreis als Arbeitswiderstand auf die entsprechende Frequenz abgestimmt werden kann.

Bedeutung der Grenzfrequenz

Für die Festlegung der obersten Arbeitsfrequenz eines Transistors sind verschiedene Darstellungen üblich. Am häufigsten ist der Begriff Grenzfrequenz anzutreffen.

Bei höheren Frequenzen macht sich besonders die Kollektorbasiskapazität C_{CB} störend bemerkbar. Dadurch entsteht eine Spannungsgegenkopplung, die eine Verstärkungsveränderung verursacht. Diese Gegenkopplung wird besonders stark bei der Emitterschaltung, weniger wirksam bei der Basisschaltung. Aus diesem Grunde liegt die Grenz-

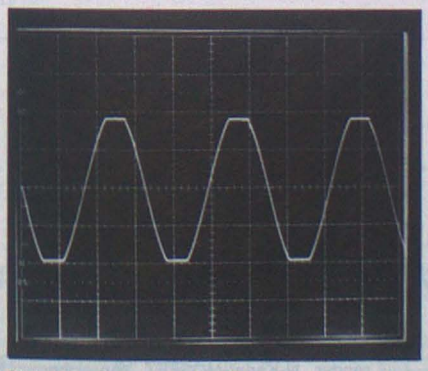


Bild 156. Symmetrische Begrenzung des Ausgangssignals durch Übersteuerung bei richtig gewähltem Arbeitspunkt

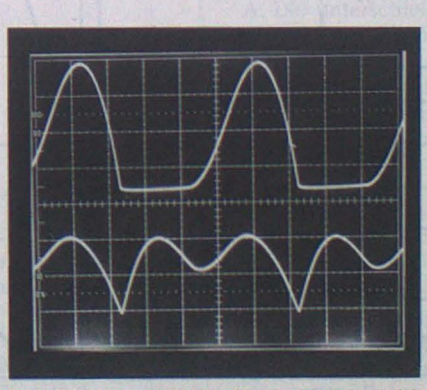


Bild 157. Unsymmetrische Begrenzung durch falsche Dimensionierung. Die untere Kurve zeigt den Oberwellenanteil mit K = 30 %

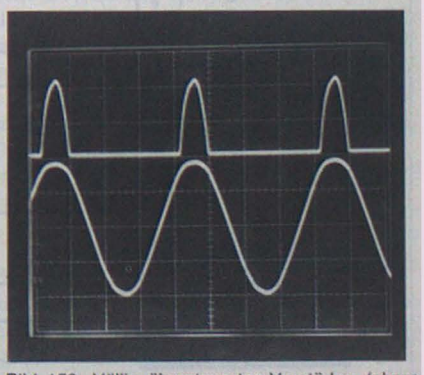


Bild 158. Völlig übersteuerter Verstärker (obere Kurve); unten die Eingangsspannung, jedoch in falschem Maßstab

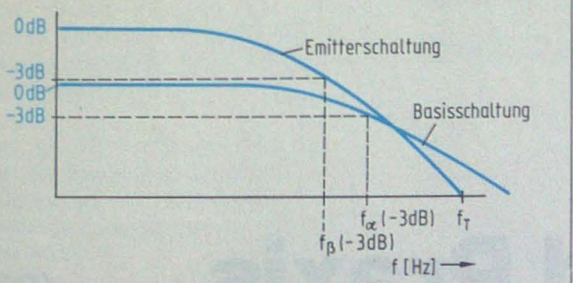


Bild 159. Festlegung der Grenzfrequenzen bei Basis und Emitterschaltung

frequenz für den gleichen Transistor in Basisschaltung höher. Ein geringer Einfluß auf die Größe der Kapazität C_{CB} ist noch durch den Wert der Kollektorkapazität gegeben. Bei höherer Spannung U_{CE} sinkt der Wert C_{CB} infolge Verbreiterung der PN-Grenzschicht. Bei Nf-Transistoren sind Werte von $C_{CB} \approx 2...5$ pF üblich. Hf-Transistoren weisen demgegenüber Kollektor-Basiskapazitäten von nur $\approx 0{,}1...1$ pF auf. Es ist weiter zu berücksichtigen:
dynamische Eingangskapazität $C_{BE} \approx C_{BC} \cdot v_U$ (Millereffekt).
Hier bedeuten: C_{BE} = wirksame Kapazität zwischen Basis und Emitter; C_{BC} = Kollektorbasiskapazität; v_u = eingestellte Stufenverstärkung. Folgende Frequenzgrenzen sollen nach *Bild 159* betrachtet werden, wobei – trotz kleinerer Gesamtverstärkung – der relativ geringe Abfall der f_β- und f_α-Werte bei der Basisschaltung beachtet werden soll.

- Grenzfrequenz f_α (Emitterschaltung). Es ist die Frequenz, bei der die Stromverstärkung auf –3 dB, also auf das 0,707fache gegenüber der Verstärkung bei tiefen Frequenzen – typisch 1 kHz – abgesunken ist.
- Grenzfrequenz f_α (Basisschaltung). Ähnlich der Beta-Grenzfrequenz wird auch dieser Wert für den Stromverstärkungsrückgang um –3 dB herangezogen.
- Transitfrequenz f_T. Dieser in Datenblättern angegebene Wert wird auch mit Beta-Eins-Frequenz f''_β bezeichnet. Bei dieser Frequenz ist die Stromverstärkung auf den Wert 1 abgesunken.

Feldeffekttransistoren

Zunächst unterscheiden wir zwischen dem N-Kanal- und P-Kanal-FET. Wie bei den bipolaren Transistoren (NPN- und PNP-Typen) wird der N-Kanal-FET mit positiver Betriebsspannung und der P-Kanal-FET mit negativer Betriebsspannung betrieben. In irreführender Weise wird die Pfeilrichtung im Schaltungssymbol oft unterschiedlich dargestellt. Wir halten folgendes fest: Ein Pfeil „in den Transistor" kennzeichnet den N-Kanal-FET mit positiver Betriebsspannung. Ein Pfeil aus dem FET-Symbol kennzeichnet den P-Kanal-Typ.

In *Bild 160* sind die drei FET-Typen in N-Kanal-Ausführung gezeigt. Ich bin ehrlich genug zu sagen, daß sich ein P-Kanal-Typ in meiner Praxis noch nicht vorgestellt hat. Für die Anschlüsse werden folgende Bezeichnungen festgelegt: G = Gate, S = Source, D = Drain, B = Bulk oder Sub = Substrat (nur bei MOS-Typen).

Nun noch eine Erklärung zum selbstleitenden oder selbstsperrenden Transistor. Das läßt sich – siehe Bild 160 – leicht verstehen. Selbstleitende FETs (depletion) sind solche, die bei $U_{GS} = 0$ einen Strom I_D hervorrufen. Andererseits sind selbstsperrende (enhancement) Transistoren Typen, bei denen $I_D = 0$ ist, wenn $U_{GS} = 0$ wird.

(Fortsetzung folgt)

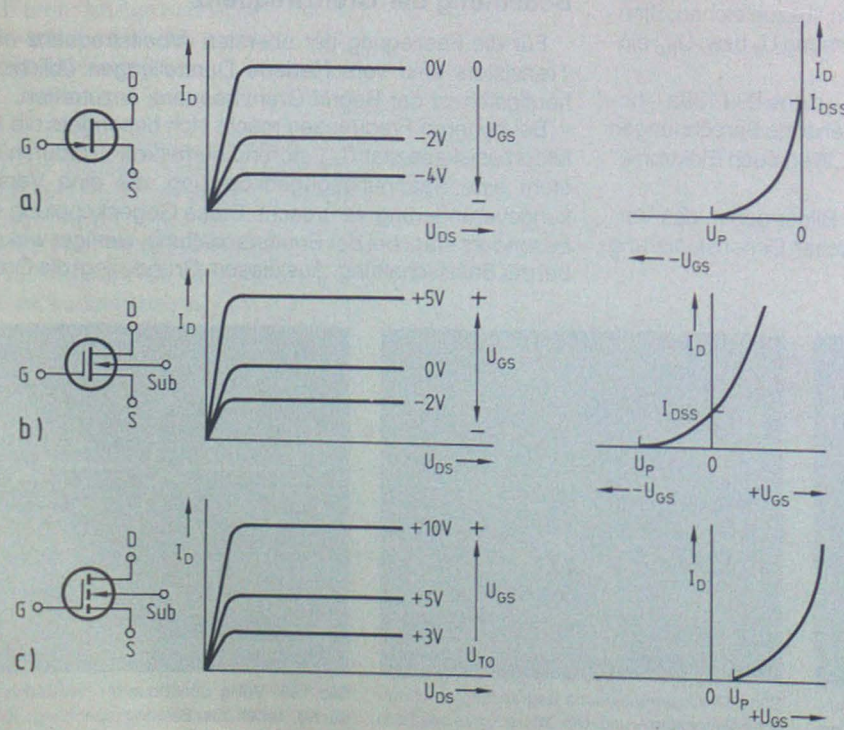


Bild 160. Schaltsymbole für FET-Typen mit den typischen Kennlinienfeldern; a) selbstleitender N-Kanal-Sperrschicht-FET; b) selbstleitender N-Kanal-MOS-FET (Verarmungstyp); c) selbstsperrender N-Kanal-MOSFET (Anreicherungstyp)

Flüssigkristalle

Ot 51

1 Einleitung

Die übliche Aussage, daß Materie in drei Aggregatzuständen – fest (kristallin), flüssig und gasförmig (abhängig von Temperatur und Druck) – auftritt, die durch scharf begrenzte Phasenumwandlungspunkte (Schmelzpunkt und Siedepunkt) voneinander getrennt sind, ist nicht in jedem Fall zutreffend. Bestimmte organische Substanzen weisen zwischen dem anisotropen kristallinen und dem isotropen flüssigen Zustand noch eine oder mehrere Zwischenphasen auf.

Die Eigenschaften dieser Phasen nehmen eine Zwischenstellung zwischen denen eines Kristalls und denen einer Flüssigkeit ein. In den Übergangszuständen sind die Moleküle wie bei einer Flüssigkeit beweglich, gleichzeitig aber nach bestimmten Regeln wie bei einem Kristall geordnet. Daher treten bei ihnen Anisotropien von optischen, elektrischen und anderen Eigenschaften auf, und man spricht von Flüssigkristall-(FK-)Phasen, von „Mesophasen" oder mesomorphen Phasen [1]).

Bild 1 zeigt als Beispiel das Verhalten einer organischen Substanz, die über eine Zwischenphase vom festen in den flüssigen Zustand übergeht, wobei die Phasenumwandlungspunkte nur von der Temperatur abhängig sind. Solche Flüssigkristalle nennt man thermotrop. Es gibt – besonders in der Biologie – auch noch lyotrope Flüssigkristalle, die in einem bestimmten Konzentrationsbereich mesomorph sind.

Die Umwandlungstemperatur, bei der die flüssigkristalline Phase in die isotrope Flüssigkeit übergeht, bezeichnet man als Klärpunkt, weil sich das milchig trübe Aussehen des Flüssigkristalls (FK) in ein optisch klares umwandelt.

Zur Ergänzung sei noch auf wichtige Unterschiede zwischen Kristall und Flüssigkeit hingewiesen:

Kristall: Die chemischen Bausteine (Atome, Moleküle, Ionen) kristalliner Substanzen sind dreidimensional periodisch zu Raumgittern (lattice) geordnet. Ihre Massenmittelpunkte (Schwerpunkte, centres of gravity) sind fixiert, und ihre Hauptachsen fest ausgerichtet (*Bild 2*). Die Röntgeneinstrahlung auf ein solches Raumgitter liefert eine in bestimmte Richtungen (Interferenzrichtungen) gebeugte Strahlung.

Flüssigkeit: Sie fließt leicht und nimmt die Form des Behälters an; sie ist isotrop, ein Gitteraufbau ist nicht vorhanden, es herrscht lediglich im Nahbereich eine gewisse Ausrichtung der Moleküle zueinander (als Nahordnung bezeichnet).

Die unterschiedlichen Zustandsphasen ergeben sich durch Fernordnung der Moleküle (Molekülgruppen, building blocks) nach der Lage (insbesondere der Lage ihrer Massenmittelpunkte) zueinander und/oder nach ihrer Richtung zueinander.

[1]) mesomorph = eine Zwischenform, eine Übergangsform darstellend; Flüssigkristall = liquid crystal device (LCD).

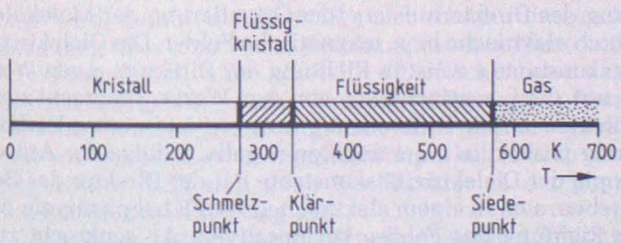


Bild 1. Temperaturverhalten eines thermotropen Flüssigkristalls [3]

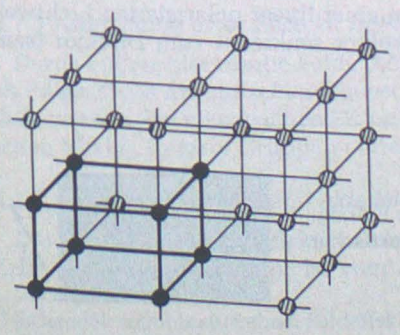


Bild 2. Ausschnitt aus einem dreidimensional periodischen Raumgitter. Eine Elementarzelle ist hervorgehoben

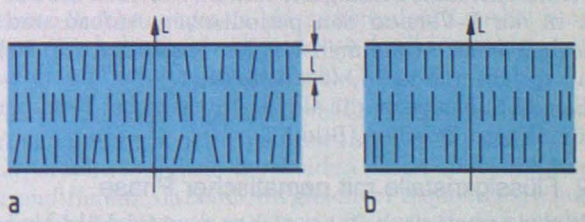


Bild 3. Struktur der Flüssigkristalle mit smektischer Phase A. Die unterschiedliche Darstellung in a) und b) erklärt sich dadurch, daß die Molekül-Längsachsen wegen der Wärmebewegung statistischen Schwankungen unterliegen und daß sich benachbarte Teilchen aufeinander ausrichten. Bild 3a zeigt eine Art Momentaufnahme, während Bild 3b den zeitlichen Mittelwert darstellt [1, 2, 12]

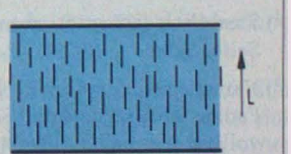


Bild 4. Struktur der Flüssigkristalle mit nematischer Phase. Die Darstellung entspricht der von Bild 3b [1, 2, 11, 12]

Im Fall der Flüssigkristalle mit smektischer Phase [2]) hat die organische Substanz eine geschichtete Struktur (layered structure, *Bild 3*). Die Schwerpunkte der Moleküle liegen in Ebenen, die voneinander gleiche Abstände haben. Zusätzlich sind die langen Achsen – parallel zueinander – auf eine Vorzugsrichtung ausgerichtet. Hier ist also die Ordnung der Teilchen durch Lage und Richtung gegeben.

Im Fall der FK mit nematischer Phase [3]) ist das ordnende Prinzip die Richtung der Molekül-Längsachsen. Sie sind in eine vorgegebene Richtung ausgerichtet (*Bild 4*).

Die Voraussetzung für das Entstehen solcher Strukturen ist, daß die Moleküle nicht kugelig, sondern länglich ($l \gg d$) sind, wobei l die Länge der Molekül-Längsachse ist. Mit „Direktor" L bezeichnet man die mittlere Richtung dieser Achsen, denn ihre Lage ist statistischen Schwankungen unterworfen (Bild 3b).

Vergleicht man die drei Zustände – fest (kristallin), Flüssigkristall, flüssig – miteinander, so ergibt sich:

fest (kristallin):	Ordnung durch Lage und Richtung,
Flüssigkristall:	Ordnung durch Lage und Richtung oder nur durch Richtung,
flüssig:	keine Ordnung.

Daraus folgt, daß bei thermotropen Strukturen mit steigender Temperatur die molekulare Ordnung zunehmend aufgelöst wird. Deshalb liegen die smektischen Phasen bei niedrigerer, die nematischen Phasen bei höherer Temperatur (*Bild 5*) [1, 2, 3, 5].

2 Grundtypen und -strukturen der Flüssigkristalle

2.1 Flüssigkristalle mit smektischer Phase

Man unterscheidet im allgemeinen folgende drei Strukturen: smectic A, B und C [4]). In jedem Fall tritt hier zur Richtungsordnung die Ordnung der Lage hinzu. Die Moleküle bilden monomolekulare Schichten, d. h. die Schwerpunkte der Moleküle liegen in Ebenen, die voneinander gleichen Abstand haben.

Beim Typ A stehen die Direktoren senkrecht zu den Schichtebenen (Bild 3) und beim Typ C sind sie alle im gleichen Winkel gegen die Schichtebenen geneigt (*Bild 6*). Während sich bei den Typen A und C jede Schicht wie eine zweidimensionale Flüssigkeit verhält, scheinen die Schichten in der B-Version den periodischen Aufbau und die Starrheit eines zweidimensionalen Festkörpers zu haben. Man spricht hier von „Mosaik-Textur".

Es gibt Substanzen, die alle drei Phasen bei Temperaturänderung durchlaufen (Bild 5).

2.2 Flüssigkristalle mit nematischer Phase

In der nematischen Phase stehen die Molekül-Längsachsen, wenn man von Wärmeschwankungen absieht, parallel zueinander. Die Schwerpunkte der Moleküle sind über größere Entfernungen nicht geordnet, es besteht nur eine Nahordnung (s. Abschnitt 1). Die mittlere Richtung der Längsachsen gibt man durch den Einheitsvektor, den „Direktor" L, an. Um den Direktor herum existiert ein uniaxialer Symmetriezustand.

Der Direktor gibt den örtlichen Mittelwert der Achsenrichtungen wieder. Er verändert sich kontinuierlich über

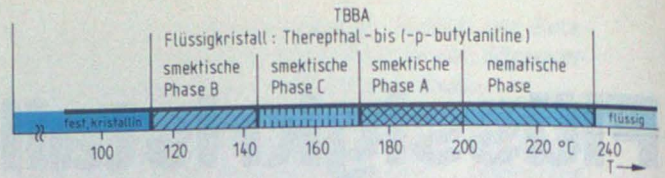


Bild 5. Zustandsphasen des TBBA-Materials [1]

Entfernungen, die groß im Vergleich zu den Molekülen sind.

2.3 Flüssigkristalle mit cholesterinischer Phase

Die cholesterinische Phase ist eine Variante der nematischen Phase, die bei optisch aktiven Verbindungen auftritt. Der Name ist von Cholesterol abgeleitet, da viele Cholesterol-Ester Flüssigkristalle dieser Art bilden.

In einer gegebenen Ebene verhält sich eine cholesterinische Substanz wie eine nematische. Die Molekül-Längsachsen sind nach einer bestimmten Richtung orientiert, aber der Direktor dreht sich um einen kleinen Winkel, wenn man von einer Molekülebene zur nächsten fortschreitet. Man erhält so eine schraubenförmige Struktur (*Bild 7*).

2.4 Die für die Praxis wichtige Phase

Von besonderer Bedeutung für die praktische Anwendung sind die Flüssigkristalle mit nematischer Phase. Sie werden deshalb hier behandelt [1, 2, 3, 5, 11, 12, 13, 14].

3 Flüssigkristall-Anzeigen

3.1 Physikalische Grundlagen

3.1.1 Anisotropie

Die Ausrichtung der Moleküle in nematischen FK bewirkt, daß mehrere Eigenschaften anisotrop sind. Von besonderer Bedeutung sind die Anisotropien der Dielektrizitätskonstante ε, der diamagnetischen Suszeptibilität χ und des Brechungsindex n.

Die Anisotropie von ε bzw. χ ermöglicht die Beeinflussung des Direktormusters (der Orientierung der Moleküle) durch elektrische bzw. magnetische Felder. Die Dielektrizitätskonstante ε weist in Richtung des Direktors einen Wert $\varepsilon_{\parallel}$ auf, der i. a. verschieden von dem Wert $\varepsilon_{\perp}$ senkrecht zum Direktor ist. Die Differenz $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp}$ ist in einer Verbindung positiv, in einer anderen negativ. Infolge der Anisotropie der Dielektrizitätskonstante hat der Direktor das Bestreben, sich in einem elektrischen Feld E bei positivem $\Delta\varepsilon$ in Richtung des Feldes, bei negativem $\Delta\varepsilon$ senkrecht zur Richtung des Feldes auszurichten. Dies sind nämlich die Zustände, für die die freie elektrische Energie $-\frac{1}{2}\Delta\varepsilon \cdot E^2$ ein Minimum annimmt.

Ein Flüssigkristall besitzt zwei Hauptbrechungsindizes $n_{\perp}$ und $n_{\parallel}$. Schwingt bei einer linear polarisierten Lichtwelle der elektrische Feldvektor senkrecht zum Direktor (senk-

[2]) Smektisch (smectic), abgeleitet vom griechischen σμηγμα = Seife, Salbe.

[3]) Nematisch (nematic), abgeleitet vom griechischen νημα = Garn, Faden. In nematischen FK treten fadenförmige Fehler oder Unvollkommenheiten (defects) auf.

[4]) In der neueren Literatur werden bis zu sieben Strukturen beschrieben.

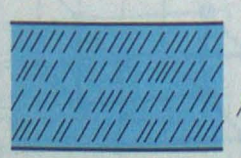


Bild 6. Struktur der Flüssigkristalle mit smektischer Phase C [1, 2]

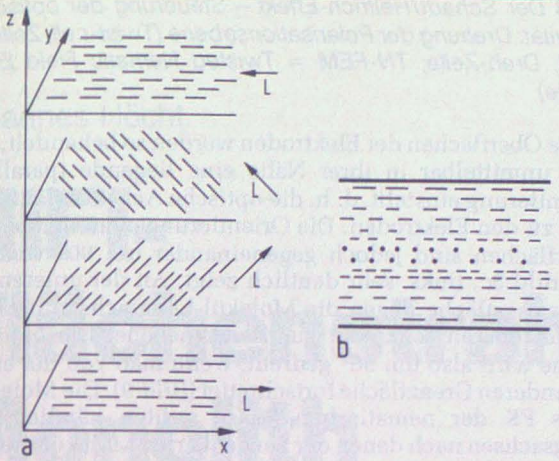


Bild 7. Struktur der Flüssigkristalle mit cholesterinischer Phase (schematische Darstellung). In Bild 7a sind einzelne Ebenen des FK herausgezeichnet, um darzustellen, wie sich der Direktor L von Ebene zu Ebene dreht. Bild 7b zeigt schematisch einen Schnitt senkrecht zu diesen Ebenen. In der Nähe der Grenzflächen liegt der Direktor diesen parallel, in der Mitte ist er senkrecht zur Zeichenebene gerichtet. Die Schraubenachse steht senkrecht auf den Grenzflächen. Den beiden Bildern ist jeweils eine halbe Schraubenumdrehung zugrunde gelegt. In Wirklichkeit dreht sich der Direktor von einer Grenzfläche zur anderen viele Male [1, 2, 9, 12, 14]

recht zur optischen Achse), so gilt $n_\perp$, schwingt er parallel, dann gilt $n_\parallel$. In FK ist für Δn mit 0,2...0,3 zu rechnen, d. h. $n_\parallel \gg n_\perp$. Δn ist damit auch größer als bei anderen doppelbrechenden Medien, z. B. beträgt bei Quarz $\Delta n \approx 0{,}01$.

3.1.2 Ausrichtung einer Zelle im Ruhezustand

Wie bereits erwähnt, schwankt in einem FK der Direktor von Ort zu Ort und auch zeitlich. Damit treten auch Schwankungen des Brechungsindex auf, die eine Lichtstreuung bewirken. Für technische Anwendungen benötigt man FK mit einem im makroskopischen Bereich einheitlichen Direktormuster. Dieses läßt sich in sehr dünnen FK-Schichten über eine Wechselwirkung mit den Glaswänden erreichen. Durch eine spezielle Oberflächenbehandlung (mechanisches Reiben oder chemischer Überzug, Aufdampfen eines dünnen Films) sorgt man dafür, daß der Direktor dort eine ausgeprägte Vorzugsrichtung erhält. Durch elastische Kräfte stellt sich dann der Direktor in der ganzen Schicht in diese Richtung ein.

Man unterscheidet aufgerichtete (homöotrope) Schichten, in denen die Molekül-Längsachsen senkrecht zu den Begrenzungsflächen stehen, und liegende (homogene, parallele) Schichten, in denen sie parallel zu den Grenzflächen liegen.

3.1.3 Ausrichtung einer Zelle im Betrieb

Durch äußere elektrische Felder können die Struktur und als Folge davon die optischen Eigenschaften eines FK beeinflußt werden. Bei nematischen FK kann man die elektrooptischen Effekte in zwei Gruppen einteilen:

3.1.3.1 Dielektrischer Effekt, Feldeffekt[5])

Die bei Anlegen einer elektrischen Spannung an die FK-Zelle entstehende Struktur ist vom Ausgangszustand und von der dielektrischen Anisotropie $\Delta\varepsilon$ abhängig. In diese Gruppen gehören:

der DAP-Effekt	(Abschnitt 3.2.1),
der Fréedericksz-Effekt	(Abschnitt 3.2.2),
der Schadt/Helfrich-Effekt	(Abschnitt 3.2.3),
der Wechsel zwischen der cholesterinischen und der nematischen Phase	(Abschnitt 3.2.4).

3.1.3.2 Elektrohydrodynamischer Effekt

Die Voraussetzung für diesen Effekt ist eine Anisotropie sowohl der elektrischen Leitfähigkeit als auch der Dielektrizitätskonstante. Er entsteht durch Zusammenwirken eines elektrischen Stromes und einer Flüssigkeitsbewegung. Dazu gehört: der DSM-Effekt (Abschnitt 3.2.5).

3.1.4 Doppelbrechung

Ein Körper bricht das Licht einfach, wenn er amorph oder regulär kristallisiert, also isotrop ist. Für die Brechzahl n gilt:

$$n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2}$$

Darin sind c_1, c_2 die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und λ_1, λ_2 die Wellenlängen in den zwei aneinander angrenzenden Medien.

Ein Körper bricht das Licht doppelt, wenn er anisotrop ist. In diesem Fall hängt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit transversaler Wellen von der Schwingungsrichtung ab. Für jede Fortpflanzungsrichtung läßt sich der Lichtstrahl in zwei Komponenten mit senkrecht aufeinanderstehenden Schwingungsrichtungen zerlegen, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten und demnach verschieden gebrochen, also in unterschiedlichen Richtungen, fortpflanzen.

Die beiden Strahlen heißen ordentlicher und außerordentlicher Strahl. Der ordentliche gehorcht dem oben erwähnten Brechungsgesetz, der außerordentliche hat je nach seinem Winkel zur optischen Achse des Körpers eine unterschiedliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Fällt also ein linear polarisierter Lichtstrahl auf einen anisotropen Körper, so wird der Strahl zerlegt. Die unterschiedliche Geschwindigkeit der beiden Strahlen bedingt eine Phasendifferenz, da beide mit gleicher Frequenz schwingen. Die beiden Komponenten setzen sich deshalb nicht mehr zu einem linear, sondern zu einem elliptisch polarisierten Strahl zusammen.

Es gibt in jedem Körper mindestens eine Richtung, in der eine Lichtwelle unzerlegt fortgepflanzt wird; sie heißt optische Achse. Eine unpolarisierte Lichtwelle besitzt im zeitlichen Mittel keine definierte Schwingungsebene.

3.2 Wichtige, für Flüssigkristall-Anzeigen ausgenutzte elektrooptische Effekte

3.2.1 Der DAP-Effekt – Elektrisch gesteuerte Doppelbrechung (electrically controlled birefringence, ECB)

Die Abkürzung DAP bedeutet: Deformation aufgerichteter Phasen (deformation of aligned phases). *Bild 8a* zeigt das Prinzip. Man geht im spannungslosen Zustand von einer aufgerichteten (homöotropen) Schicht aus, in der also die Direktoren senkrecht zu den Elektroden liegen. Die dielek-

[5]) Es handelt sich hier um einen Feldeffekt, denn es besteht kein Ladungstransport.

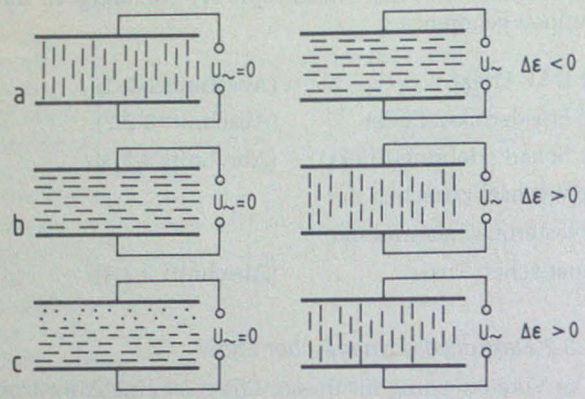


Bild 8. Strukturänderungen in FK mit nematischer Phase bei Anlegen einer Spannung und Ausnutzung der dielektrischen Anisotropie. a) Im Ruhezustand aufgerichtete Orientierung, $\Delta\varepsilon < 0$ (DAP-Effekt); b) im Ruhezustand parallele Orientierung, $\Delta\varepsilon > 0$ (Fréedericksz-Effekt); c) im Ruhezustand parallele Orientierungen, aber an den Grenzflächen sind sie um 90° gegeneinander verdreht, $\Delta\varepsilon > 0$ (Schadt/Helfrich-Effekt) [2]

trische Anisotropie $\Delta\varepsilon$ ist negativ. Deshalb sind die Molekül-Längsachsen bei anliegendem elektrischen Feld bestrebt, sich parallel zu den Elektroden auszurichten (s. Abschnitt 3.1). Auf die Moleküle wirken dabei zwei Kräfte, und zwar die des elektrischen Feldes und eine elastische Kraft, die in Wechselwirkung mit den Oberflächen den ungestörten Zustand zu erhalten sucht.

Liegt die elektrische Spannung unter einem Schwellenwert, so überwiegen die elastischen Kräfte, und es erfolgt keine Änderung der Orientierung. Die optische Achse steht zu den Elektroden senkrecht. Ein in gleicher Richtung einfallender, linear polarisierter Lichtstrahl bleibt nach Durchtritt durch den FK ungeändert. Legt man den FK zwischen zwei gekreuzte Polarisatoren, dann ist in diesem Fall das Gesichtsfeld dunkel, denn der Lichtstrahl wird durch die Wirkung der Polarisatoren ausgelöscht.

Erst oberhalb der Schwellenspannung U_0 kippen die Molekül-Längsachsen in Richtung auf die rechts in Bild 8a gezeigte Struktur. Da der linear polarisierte Strahl nun nicht mehr die Zelle in Richtung der optischen Achse durchsetzt, wird er in einen ordentlichen und einen außerordentlichen Strahl aufgespalten; das Gesichtsfeld wird aufgehellt.

Mit der Feldstärke E steigt der Laufzeitunterschied (Phasenunterschied) zwischen den beiden Strahlen und entsprechend auch die Lichtdurchlässigkeit. Für die Vollaussteuerung werden bei üblichem Plattenabstand etwa 5...6 V benötigt.

Die Anstiegs- und Abfallzeiten bei diesen FK-Anzeigen sind dem Quadrat der Schichtdicken proportional. Für Schichtdicken von etwa 10...20 µm liegt die typische Anstiegszeit zwischen 10 und 30 ms und die typische Abfallzeit zwischen 30 und 100 ms.

3.2.2 Der Fréedericksz-Effekt – Elektrisch gesteuerte Doppelbrechung

Ein ähnlicher Effekt wie der DAP-Effekt tritt in einer Konfiguration auf, bei der die Längsachsen der Moleküle parallel zu den Oberflächen ausgerichtet sind (Bild 8b, links) und die dielektrische Anisotropie positiv ist. Dieser Fréedericksz-Effekt hat aber nur eine geringe praktische Bedeutung erlangt, da es technologisch schwierig ist, eine solche homogene Orientierung über weite Bereiche störungsfrei herzustellen.

3.2.3 Der Schadt/Helfrich-Effekt – Steuerung der optischen Aktivität: Drehung der Polarisationsebene (Twist-cell, Zelle mit Drall, Dreh-Zelle; TN-FEM = Twisted Nematic Field Effect Mode)

Die Oberflächen der Elektroden werden so behandelt, daß sich unmittelbar in ihrer Nähe eine liegende (parallele) Orientierung einstellt, d. h. die optische Achse verläuft parallel zu den Elektroden. Die Orientierungen an den beiden Oberflächen sind jedoch gegeneinander um 90° versetzt, wie Bild 8c, links, sehr deutlich zeigt. An der unteren Begrenzungsfläche liegen die Molekül-Längsachsen parallel, an der oberen senkrecht zur Zeichenebene. Die optische Achse wird also um 90° gedreht, wenn man von der einen zur anderen Grenzfläche fortschreitet (*Bild 9*). Die Moleküle eines FK der nematischen Phase richten nämlich ihre Längsachsen nach denen der benachbarten Moleküle aus, so daß sich der erwähnte, allmähliche Übergang von der einen zur anderen, um 90° verdrehten Lage ergibt. Dabei ist die Drehung der optischen Achse je µm klein genug, so daß die Schwingungsebene einer linear polarisierten Lichtwelle ihr praktisch dämpfungsfrei folgen kann, denn die Ganghöhe der Schraubenstruktur ist wesentlich größer als die Lichtwellenlänge. Der Polarisationsvektor wird dadurch beim Durchlaufen der Zelle um 90° gedreht.

Die dielektrische Anisotropie ist hier positiv. Liegt die Zelle zwischen zwei gekreuzten Polarisatoren, so ist für $U_{\sim} \approx 0$ das Gesichtsfeld hell. Wird an die Zelle Spannung angelegt, so wird im FK – wegen $\Delta\varepsilon > 0$ – die optische Achse senkrecht zu den Elektroden ausgerichtet (Bild 8c, rechts). Lediglich unmittelbar in Grenzflächennähe bleibt die parallele Orientierung erhalten, da hier die Oberflächenkräfte ein so großes elastisches Drehmoment ausüben – größer als das durch das elektrische Feld bewirkte –, daß keine Deformation wie im Zelleninnern erfolgt. Deshalb muß die optische Achse in der Nähe der beiden Elektroden mit einem scharfen Knick von der parallelen in die senkrechte bzw. von der senkrechten in die parallele Orientierung übergehen. Diesem Knick kann die Schwingungsebene der Lichtwelle nicht folgen, d. h. die Polarisationsebene behält ihre Richtung, wie beim Eintritt in die Zelle, bei. Das Gesichtsfeld wird dunkel, sofern $U_{\sim}$ größer als ein bestimmter Schwellenwert ist und die Polarisatoren gekreuzt sind. *(Schluß folgt)*

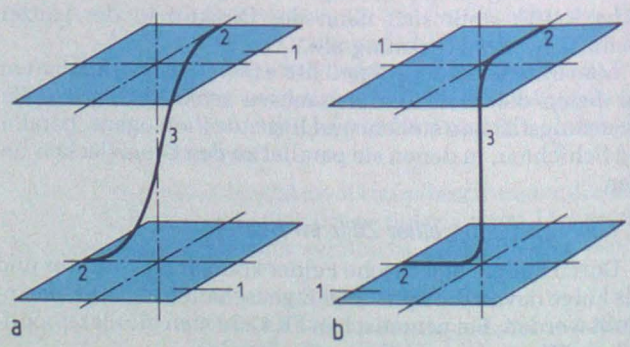


Bild 9. Drehung des Direktors von Elektrode zu Elektrode beim Schadt/Helfrich-Effekt (Drehzelle); a) ohne angelegte Spannung, b) mit angelegter Spannung (1 = Elektroden/Grenzflächen, 2 = der Direktor steht an der oberen Grenzfläche senkrecht zu dem an der unteren, 3 = Verlauf der Richtung des Direktors im Innern der Zelle) [1, 2, 3, 5, 9]

Johannes Höcht

HiFi-Flächenstrahler Monolith

Lautsprecherboxen mit eingebauten Mehrwege-Verstärkern und aktiven Frequenzweichen gewinnen gegenüber passiven Lautsprecherboxen in bekannter Technik zunehmend an Bedeutung. Die wesentlichen Vorteile aktiver Systeme zur möglichst originalgetreuen Wiedergabe von Schall- und Klangereignissen sind die auf den gewünschten Frequenzverlauf abstimmbaren elektronischen Weichen, die direkte Kopplung des jeweiligen Verstärkerzweiges mit dem zugeordneten Lautsprecher-System und dadurch verbesserte Verzerrungsfreiheit und Impulstreue.

Der Lautsprecher Monolith (*Bild 1*) von *Grundig* arbeitet nach dem Prinzip der vollständig geschlossenen Box, wobei das mit schallabsorbierendem Material gefüllte Gehäuse durch die eingebauten Lautsprecher luftdicht verschlossen wird. Für die Anordnung der 22 Lautsprechersysteme in drei senkrechten Zeilen und die Abstrahlung des Tonfrequenz-Spektrums hat man die Schallwandfläche mit einer Höhe von 184 cm und einer Breite von 68 cm so groß gewählt, daß eine Aufstellung der Boxen im freien Raum ohne Klangeinbußen möglich ist. Mit einer Tiefe von nur 18 cm ergibt sich ein Nettovolumen von etwa 100 l. Für die Montage des Verstärkerbausteins ist im unteren Bereich des Gehäuses ein gesonderter Raum abgeteilt (*Bild 2*). An der Rückwand sind Lüftungsschlitze zur ausreichenden Kühlung der Bauteile vorgesehen. Die Box ruht auf einem abgesetzten Standfuß, der eine sichere Aufstellung des Flächenstrahlers mit einer Masse von 83 kg ermöglicht.

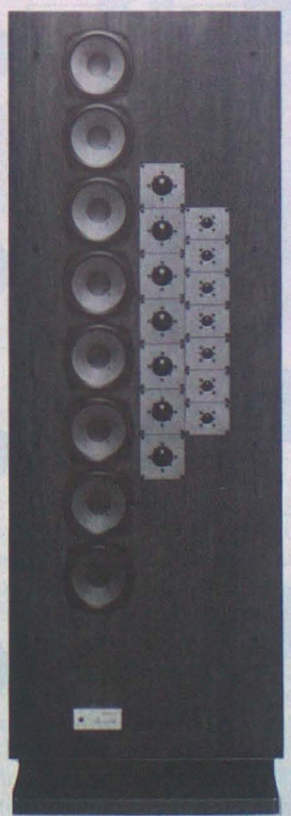


Bild 1. Der HiFi-Flächenlautsprecher Monolith von Grundig ist mit 22 Lautsprechern bestückt

Die Tieftonzeile

Für eine saubere Tiefton-Wiedergabe bis 20 Hz hinab werden acht Tieftonchassis mit einem Membrandurchmesser von etwa 135 mm verwendet. Der Schwingspulendurchmesser beträgt 25 mm. Durch die Zusammenschaltung mehrerer Systeme ist gewährleistet, daß die Auslenkung der einzelnen Chassis auch bei hohen Schalldrücken klein bleibt und der Lautsprecher so im linearen Arbeitsbereich betrieben wird. Dies bedeutet, daß die Schwingspule das homogene Feld im Magneten des Lautsprechers nicht verläßt. Außerdem können relativ leichte Membranen verwendet werden, da bei den geringen Auslenkungen und kleinen Durchmessern klangverfälschende Partialschwingungen fast vollständig ausgeschlossen sind. Daraus resultiert ein guter Wirkungsgrad der einzelnen Systeme.

Die acht Tieftonlautsprecher sind in zwei Gruppen zusammengeschaltet. Dabei übernehmen die beiden obersten und die beiden untersten Tieftonchassis der Lautsprecherzeile (Bild 1) nur die Abstrahlung der tiefsten Frequenzen bis zur ersten Übernahmefrequenz. Die vier mittleren Chassis übertragen zusätzlich noch einen Teil höherer Frequenzen bis zur zweiten Übernahmefrequenz. Das bedeutet, daß zur Übertragung des Tiefbasses alle acht Systeme parallel arbeiten, während der Bereich zwischen erster und zweiter

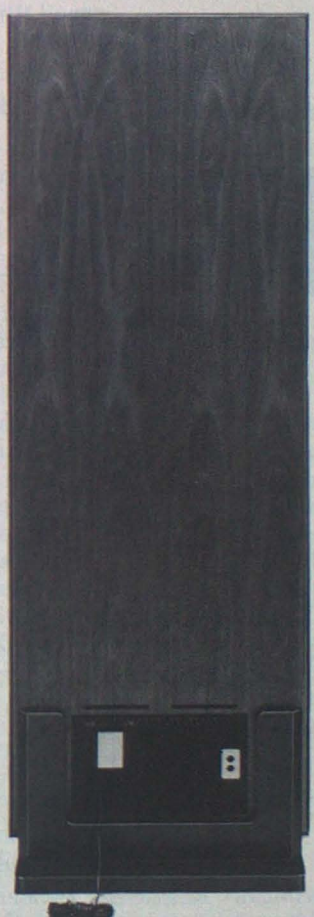


Bild 2. Die Verstärker-Verlustleistung wird über die Kühlrippen des Druckguß-Chassis und zwei Lüftungsschlitze abgeführt

Übernahmefrequenz nur von vier Tieftonlautsprechern abgestrahlt wird. Da im letztgenannten Frequenzbereich die Amplituden der Membranbewegung der mittleren Tieftongruppe bereits so klein und die träge Masse der anderen Gruppe so groß ist, daß keine gegenseitige Anregung mehr stattfindet, kann auf eine Trennung des Luftvolumens innerhalb der Box verzichtet werden. Stehende Wellen und störende Resonanzen im Gehäuse verhindert die Dämmaterial-Füllung der Box.

Die Mittel- und Hochtonzeilen

Für die Wiedergabe der mittleren und hohen Frequenzen sind je eine Zeile Kalottenmitteltöner und Kalottenhochtöner vorgesehen. Mit diesen Lautsprechertypen wird ein horizontaler Öffnungswinkel von mindestens 160° bis zu den obersten zu übertragenden Frequenzen erreicht. Die Anordnung der Systeme in Zeilen führt zu einer starken Bündelung in vertikaler Richtung, wie sie von Beschallungsanlagen der Ela-Technik bekannt ist. Da diese gebündelte Schallabstrahlung einer HiFi-Box bei Verändern der Hörposition durch Heben oder Senken des Kopfes als unangenehmer „Lattenzauneffekt" empfunden wird, das heißt, Schalldruckmaxima und -minima wechseln sich ab, muß dafür eine Kompensation gefunden werden. Erkenntnisse der Radartechnik lassen sich auch auf Lautsprecherzeilen übertragen und führen beim Monolith zu einem vertikalen Öffnungswinkel der Lautsprecherzeilen von etwa 120° bei 16 kHz. Bei 4 kHz wird ein Öffnungswinkel von fast 160° erreicht.

Bei Versuchs-Messungen der vertikalen Richtcharakteristik auf dem Drehtisch im reflexionsarmen Meßraum ergab sich außerdem noch eine weitere Beruhigung der Meßkurven, wenn anstatt der vorgesehenen geraden Anzahl von acht Kalotten eine ungerade Anzahl von sieben verwendet wurde. Die aus den vorstehend beschriebenen Erkenntnissen herrührenden Verbesserungen des Flächenstrahlers führten zu einer wesentlichen Eliminierung der Bündelungseffekte und der damit verbundenen Klangverfälschungen.

Der Verstärkerbaustein

Bei der Monolith-Box handelt es sich um ein 4-Weg-System, wobei jeder der vier Lautsprechergruppen Leistungsendstufen mit 40 W Sinus- und 62,5 W Musikleistung zugeordnet sind. Daraus ergibt sich für den Komplettbaustein eine Gesamt-Verstärkerleistung von 160/250 W. Die Frequenzaufteilung für die einzelnen Gruppen geschieht über aktive, leistungslose Filter in RC-Technik. Damit werden die Verluste und periodisch ausklingenden Eigenschwingungen passiver Frequenzweichen mit Drosseln und Kondensatoren vermieden.

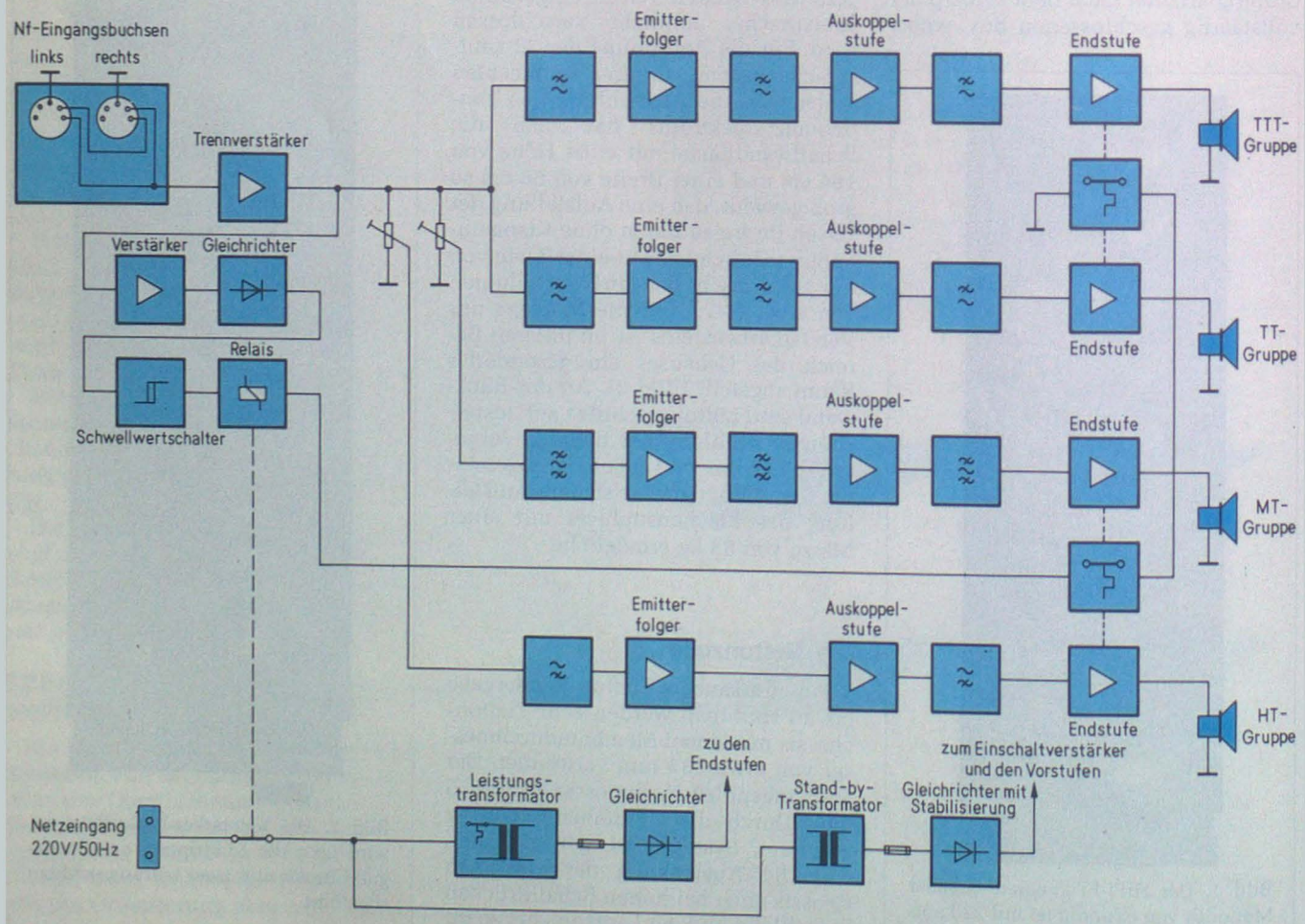


Bild 3. Blockschaltung des eingebauten Endverstärkers, der in vier Einzel-Verstärkerstufen aufgeteilt ist

Aus dem Blockschaltbild (*Bild 3*) ist die prinzipielle Funktion und Zusammenschaltung der einzelnen Stufen ersichtlich. Das ankommende Nf-Signal wird über einen Trennverstärker auf die Filtereinheit gegeben. Dort erfolgt die Frequenzaufteilung über Tief-, Hoch- und Bandpässe, die durch Emitterfolger und Auskoppelstufen untereinander und von den Endstufen getrennt sind. Die Endstufen geben die verstärkten Frequenzbänder an die zugehörigen Lautsprechergruppen ab. Der geringe Innenwiderstand der Endstufen (≦50 mΩ) gewährleistet dabei eine gute Bedämpfung der angeschlossenen Gruppen. Zur problemlosen Handhabung der Verstärkerbausteine verfügen diese über eine Stand-by-Schaltung. Ein kleiner Transformator versorgt einen Einschaltverstärker, bestehend aus einem Gleichrichter mit nachgeschaltetem Schwellwertschalter, der bei einem aus einer Programmquelle ankommenden Nf-Signal über ein Relais den Netztransformator zur Stromversorgung der Endstufen an die Netzspannung schaltet.

Gegen ein Überhitzen des Verstärkers sind Thermoschalter an den Kontaktkühlkörpern der Leistungstransistoren und in der Wicklung des Leistungstransformators angebracht. *Bild 4* zeigt den Verstärkerbaustein der Monolith-Box im aufgeklappten Zustand. Der Leistungstransformator ist mit Gummiteilen schwimmend am Formteil verschraubt, um den Störabstand des Bausteins auch mechanisch sicherzustellen. Die komplette Druckplatte mit Stand-by-Transformator, Relais, Kontaktkühlkörpern und allen elektrischen Bauteilen wird ebenfalls mit dem Formteil verschraubt, wobei die Filtereinheit in eine als Abschirmgehäuse ausgebildete Vertiefung eintaucht.

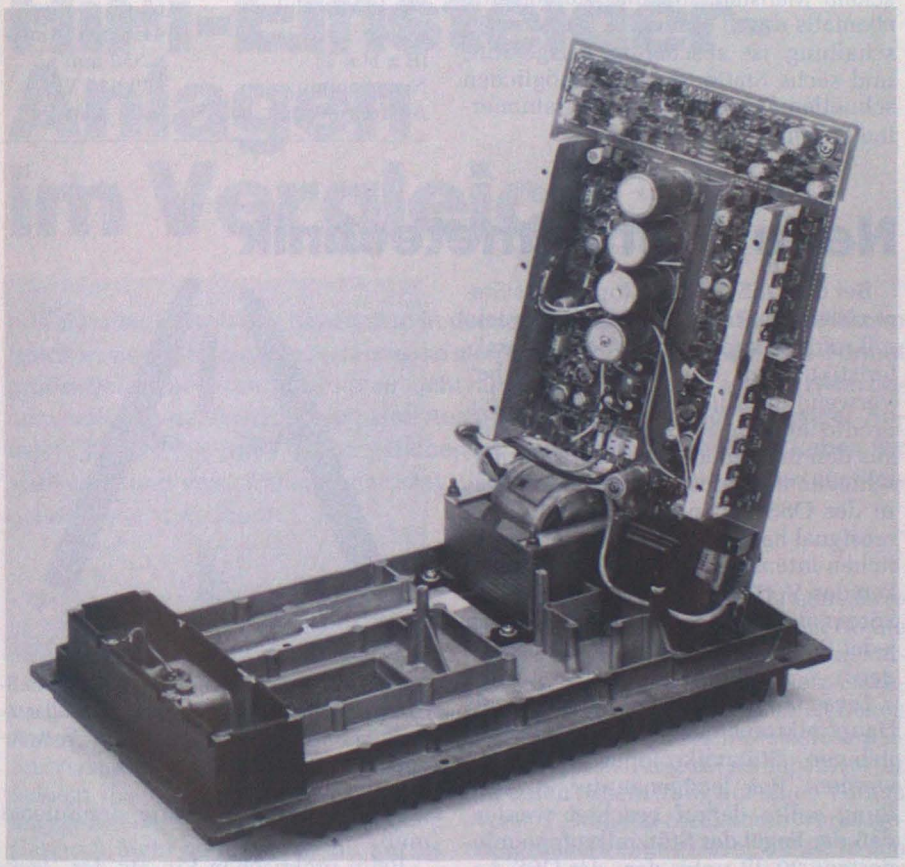


Bild 4. Aufgeklappter Verstärkerbaustein; der Netztransformator ist am Druckgußteil mit Gummielementen schwimmend befestigt (Alle Fotos: Grundig)

Klangauslegung des Flächenstrahlers

Eine wesentliche Aufgabe bei der Entwicklung von Lautsprecherboxen ist es, deren Klang festzulegen. Angestrebt wird ein möglichst neutrales, verfärbungsfreies Klangbild, das den verschiedensten Arten von Programmaterial gerecht wird. Die Monolith-Box ist für große Wohnräume und Wohnhallen konzipiert, wobei davon ausgegangen wird, daß der Zuhörer außerhalb des Hallradius sitzt. So wird der Hallraum zu einem wichtigen Hilfsmittel der Entwicklung, da der Frequenzgang der Schalleistung ein charakteristisches Merkmal für die oben genannten Bedingungen ist.

Für eine Vier-Weg-Box ergeben sich drei Übernahmefrequenzen, die bei der Monolith-Box $f_1 = 160$ Hz, $f_2 = 630$ Hz und $f_3 = 2500$ Hz betragen. Dabei werden die beiden Tieftongruppen jeweils über einen mehrstufigen Tiefpaß, die Mitteltongruppe über einen Bandpaß und die Hochtongruppe über einen Hochpaß angesteuert. Die Pegel des Mittel- und Hochtonzweiges lassen sich mit Einstellwiderständen abgleichen. Dies erfolgt in der Fertigung mittels eines Echtzeitanalysators. Dadurch ist gewährleistet, daß Streuungen der Einzelexemplare sehr gering bleiben und die Abweichungen der Schalleistungskurven in der Größenordnung ±0,5 dB liegen.

Anschließen der Boxen

Die linke und rechte Version der Boxen ermöglicht eine gute Stereobasisbreite, da die Lautsprecher spiegelsymmetrisch zur Stereomitte angeordnet sind. So zeigen die Hochtonzeilen immer nach außen und bestimmen damit die Breite der Abstrahlbasis. Der Verstärkerbaustein hat ein 4 m langes Netzkabel sowie zwei fünfpolige Eingangsbuchsen nach DIN 41524 zum Einspeisen des Nf-Signals in die „erste" Box und zum Durchschleifen des Signals zur „zweiten" Box. Dazu dient das beigepackte, 10 m lange Nf-Kabel mit beidseitig montierten fünfpoligen Steckern nach DIN 41524. Die Monolith-Boxen können an jeden Vorverstärker mit 1-V-Ausgang (Beschaltung nach DIN 45310) und einem Ausgangswiderstand ≦ 1 kΩ angeschlossen werden.

Stichworte zum Inhalt

Abstimmbare elektronische Frequenzweiche, Tieftonlautsprecher, Kalottenmitteltöner, Kalottenhochtöner, horizontaler Öffnungswinkel, „Lattenzauneffekt", 4-Weg-System, leistungslose Filter in RC-Technik, Thermoschalter

Zwei neue HiFi-Komponenten

Mit dem Verstärker CV 1450 und dem Synthesizer-Tuner CT 1450 führte Dual mit Jahresbeginn zwei neue HiFi-Komponenten (*Bild*) in den Markt ein.

Bei dem HiFi-Verstärker (*Tabelle 1*) wurde großer Wert auf Bedienungskomfort, Übersichtlichkeit der Bedienungselemente und deren funktionelle Zuordnung gelegt. So ermöglicht der Tape-Drehschalter die wechselseitige Band-zu-Band-Überspielung bei gleichzeitigem Abhören von Platte oder Rundfunk. Durch den Monitorbetrieb kann das Vor- und Hinterbandsignal der Bandaufnahme auf den Verstärkerausgang geschaltet werden. An der Frontplatte sind noch der regelbare Mikrofoneingang, die Subsonic- und die Loudness-Taste, Steller für Höhen, Tiefen, Balance, Lautstärke und die Tasten für die Lautsprecher-Umschaltung angeordnet.

Der Synthesizer-Tuner (*Tabelle 2*) ist für die drei Wellenbereiche UKW, MW und LW ausgelegt. Im UKW-Bereich erfolgt die Senderwahl in 50-kHz-Schritten, bei MW und LW in 9-kHz-Schritten; die eingestellte Frequenz wird fünfstellig angezeigt. Sendersuchlauf ist in allen Wellenbereichen möglich.

Die Anzeige der Feldstärke erfolgt mittels einer LED-Kette in logarithmischem Maßstab, die der Stereo-Mitte ebenfalls durch eine LED. Die Mutingschaltung ist abschaltbar ausgeführt, und sechs Stationstasten ermöglichen schnellen Zugriff zu vorprogrammierten Empfangsfrequenzen.

Tabelle 1: Technische Daten CV 1450

Ausgangsleistung:	
Sinusleistung (DIN) an 4 Ω	2x60 W
Musikleistung (DIN) an 4 Ω	2x90 W
Sinusleistung (DIN) an 8 Ω	2x45 W
Übertragungsbereich (±1,5 dB)	5...50 000 Hz
Klirrfaktor bei $^2/_3$ Leistung	0,04 %
Intermodulationsfaktor	0,04 %
Eingänge:	
Mikrofon	0,5 mV/4,7 kΩ
Phono-Magnet	1,5 mV/47 kΩ
Radio	150 mV/470 kΩ
Band	150 mV/470 kΩ
Monitor	150 mV/22 kΩ
Ausgänge:	
Lautsprecher	4
Kopfhörer	1
Maße (B x H x T)	440 mm x 112 mm x 366 mm
Netzspannung	230/115 V
Ausführung	satin-metallic

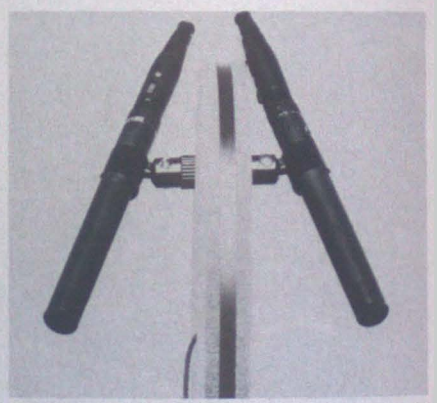
Tabelle 2: Technische Daten CT 1450

Empfangsbereiche	UKW, MW, LW
Empfindlichkeiten an 75 Ω:	
FM Mono	0,6 µV
FM Stereo	20 µV
AM (MW/LW)	15/25 µV
Trennschärfe	
FM (stat.)	82 dB
Spiegelselektion	90 dB
Zf-Dämpfung	90 dB
Begrenzungseinsatz	0,5 µV
Geräuschspannungsabstand	
bei 46 kHz Hub	65 dB
Maße (B x H x T)	440 mm x 55 mm x 350 mm
Netzspannung	230/115 V
Ausführung	satin-metallic

Neue Aufnahmetechnik

Bei der OSS-Technik (optimales Stereo-Signal) finden zwei Schalldruckmikrofone (kugelförmige Richtcharakteristik) und die „Jecklin-Scheibe" Verwendung (*Bild*). Diese Anordnung produziert ein Stereosignal, das sich aus den Intensitäts- und Laufzeitunterschieden der beiden Kanäle ergibt. Das in der OSS-Technik übermittelte Stereosignal hat gegenüber den herkömmlichen Intensitäts- oder Laufzeittechniken den Vorteil, daß sowohl der Klangkörper als auch der akustische Raum in jeder Beziehung besser abgebildet werden.

Diese Anordnung kann allein als Hauptmikrofon oder zusammen mit beliebigen Stützmikrofonen eingesetzt werden. Bei letztgenannter Anwendung sollte darauf geachtet werden, daß der Pegel der Stützmikrofone mindestens 20 dB unter dem der OSS-Anordnung liegt, da das Hauptmikrofon in dieser Technik eindeutig dominieren muß.



Bei der OSS-Technik finden zwei Schalldruckmikrofone (kugelförmige Richtcharakteristik) und die „Jecklin-Scheibe" Verwendung

Beim praktischen Einsatz der „Jecklin-Scheibe" wird kein weiteres Zubehör benötigt. Die Scheibe ist mit zwei Mikrofonhalterungen und einem Anschlußstück für die Befestigung der Scheibe an einem Stativ versehen. Das Stativanschlußstück läßt sich in verschiedenen Winkeln am Scheibenrand so befestigen, daß eine Einstellung für alle Anwendungsfälle ermöglicht wird. Die im Zentrum der Scheibe befindliche Meßkordel dient zur Ermittlung des genauen seitlichen Abstandes der Mikrofone zur Scheibe. Sie läßt sich auf beiden Scheibenseiten verwenden.

Für die beschriebene Aufnahmetechnik hat Peerless-MB spezielle Kondensatorkapseln (kugelförmige Richtcharakteristik) entwickelt, die als Typ KA 10 für die Kondensatormikrofone PMB C 640 und 648 lieferbar sind.

Mit Jahresbeginn führte Dual den Verstärker CV 1450 und den Synthesizer-Tuner CT 1450 in den Markt ein

Gebrauchstest

Rotel Rx-304/RD-18 F und
MBO ST 1/PA 1/MA 1/CD 1

Zwei HiFi-Einsteiger-Anlagen im Vergleich

HiFi-Einsteiger-Anlagen haben sich in den letzten Jahren einen festen Platz im Markt erobert. Seit einiger Zeit erfreuen sich besonders Anlagen im Mini-Format großer Beliebtheit – und das sicher nicht nur, weil der Käufer in seinem Heim besonders beengte Verhältnisse hätte. Aus der reichen Palette der Einsteiger-Anlagen, die oftmals auch schon gehobenere Ansprüche befriedigen, haben wir stellvertretend zwei Anlagen getestet. Über die Ergebnisse gibt der nachfolgende Bericht Auskunft.

Beide Anlagen sind im Handel für ca. 700 DM ohne Lautsprecherboxen erhältlich. Sie verfügen über ein UKW/MW-Empfangsteil, Verstärker und Kassettenrecorder (bei der MBO-Anlage ist der Verstärker in Vor- und Endverstärker aufgeteilt). Obwohl auf keinem der Geräte das Herkunftsland angegeben ist, läßt sich die fernöstliche Herkunft nicht verleugnen. Ein kurzes Zurückrechnen (Verkaufspreis abzüglich Handelsspannen, Zoll, Transportkosten usw.) zeigt, daß die Geräte zu gerade unglaublich geringen Produktionskosten gebaut werden müssen. Erstaunlich daher, daß beide Anlagen (*Bild 1 und 2*) auch nach dem Aufschrauben noch einen manierlichen Eindruck machen.

Der Aufbau

Allerorten fanden die MBO-Mini-Komponenten ob ihrer Abmessungen die ersten Voraussetzungen für Vorschußlorbeeren. Da hatten es die beiden Rotel-„Kästen" schwer, sich gegen die Putzigkeit der MBO-Komponenten durchzusetzen, auch wenn die „Kästen" nach dem Einschalten durch eine dezente Flutlicht-Skala glänzen. Schon bald wurden die Gesichter länger, als es nämlich an das Anschließen der Geräte ging; die MBO-Komponenten benötigen nicht weniger als vier Netz-Steckdosen. Wer nicht in der glücklichen Lage ist, eine Mehrfach-Steckdosenleiste am Aufstellungsort zu haben, ist bis zu deren Beschaffung auf einen Verhau von Dreifach-Steckdosen-Verlängerungskabeln angewiesen, wie sie in den meisten Haushalten gebräuchlich sind. Die Rotel-Anlage kommt mit zwei Steckdosen aus. Die Nf-Verbindung übernimmt bei ihr ein DIN-Kabel. Bei

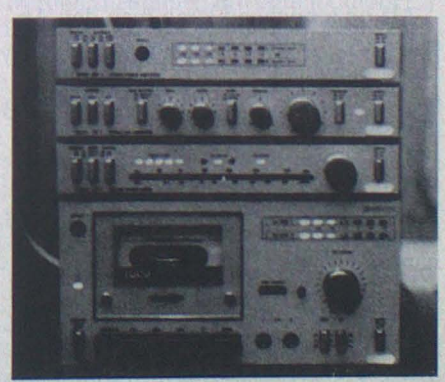


Bild 1. Vom Design her sehr ansprechend: Die MBO-Mini-Komponenten

Bild 2. Eine dezente Flutlichtskala ziert den Rotel-Receiver

den MBO-Komponenten hingegen sind außer einer DIN-Verbindung eine ganze Reihe von Cinch-Steckern in die dafür vorgesehenen Buchsen zu stecken; nach vollbrachter Steckarbeit steht man dann vor einem Kabelsalat.

In Mono und Stereo

Beide Empfänger besitzen eine Analoganzeige der Frequenz und Anschlußmöglichkeit für Antennen mit 300-Ω- und 60-Ω-Impedanz. Der MBO-Empfänger hat an seiner Rückseite eine schwenkbare Ferritantenne für Mittelwellenempfang; bei Rotel ist dergleichen nur innen zu finden. Als angenehm empfindet man die FM-Mittenanzeige, die allerdings bei der Rotel-Anlage nicht exakter arbeitete, als eine gehörmäßige Einstellung. Die Mittenanzeige bei den MBO-Komponenten ist da schon besser; zwei grüne Leuchtdioden signalisieren die Richtung der Ablage und eine rote die korrekte Einstellung. Bei beiden Empfängern wird der Stereo-Empfang durch eine rote Leuchtdiode angezeigt.

Es gibt bei beiden Anlagen grundsätzlich etwas zu bemängeln: Beim Rotel-Receiver ist keine manuelle Umschaltmöglichkeit zwischen Mono- und Stereoempfang vorgesehen; die Schaltschwelle der automatischen Umschaltung ist jedoch so gewählt, daß man diesen Nachteil als nicht gravierend empfindet. Dennoch wünscht man bei schwierigen Empfangsverhältnissen eine Handumschaltung. Die Mono/Stereo-Automatik-Umschaltung bei den MBO-Komponenten arbeitet im Gegensatz zu deren Rauschsperren-Schaltung (Muting) befriedigend. Die Rauschsperre der MBO-Anlage scheint über so gut wie keine Hysterese zu verfügen, so daß bei schwachen Sendern ein unangenehmes Krachen und Flattern auftritt. Bei der Rotel-Anlage ist das Problem der Rauschsperre wesentlich angenehmer gelöst; bevor ein schwacher Sender ganz ausgeblendet wird, wenn seine Feldstärke schwindet, so wird er zunächst nur in der Lautstärke reduziert. Erst wenn er so schwach wird, daß

er nicht mehr empfangswürdig ist, schaltet das Gerät stumm. Der MBO-Empfänger zeigte sich deutlich unterlegen, sowohl was Großsignalfestigkeit als auch Empfindlichkeit angeht. Beim Normalbetrieb an einer Gemeinschafts-Antennenanlage, die sorgfältig eingepegelt wurde, mag das nicht weiter stören. Bei beiden Anlagen wünscht man sich Stationstasten.

Raster-Mode

Beim Stand der heutigen Technik fällt es schwer, beim Aufbau eines Nf-Verstärkers gravierende Fehler zu machen. Daher gibt es auch keine Beanstandungen größerer Art an den Verstärkern. Kleinigkeiten, wie die Anschlußmöglichkeit von zwei Lautsprecherpaaren, können aber für die Entscheidung zum Kauf ausschlaggebend sein. Während bei der MBO-Anlage immer nur wahlweise das eine oder andere Lautsprecherpaar angeschaltet sein kann, ist es bei der Rotel-Anlage möglich, alle vier Lautsprecher auch gleichzeitig zu betreiben, wenn der Scheinwiderstand pro Box 4 Ω nicht unterschreitet.

Beide Verstärker haben eine Leistungsanzeige; einen praktischen Nutzen dieser ohnehin nur relativen Anzeige kann man kaum erkennen. Auch scheint die Lautstärkeeinstellung in Raststufen nicht unbedingt einer technischen Notwendigkeit zu unterliegen; bei geringen Lautstärken wünscht man sich eine stufenlose Einstellung, da die Raststufen dann oft zu grob sind. Die Klangeinsteller für Höhen und Baß arbeiten problemlos; für geringe Lautstärke ist eine Loudness-Taste zur Baß- und Höhenanhebung vorgesehen.

Zeiger contra LED

Für den Test des Recorders wurde die DHFI-Testkassette mit Prüfsignalen und Musik verwendet. Es zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Recordern. Die MBO-Anlage sammelt hier Punkte, besonders beim Gleichlauftest und dem Rauschunterdrükkungssystem (Dolby). Bei kurzen Impulsen treten bei der Rotel-Anlage Fehler bei der Wiedergabe dolbysierter Aufnahmen auf. Da der Rotel-Recorder im Gegensatz zum MBO-Recorder Zeigerinstrumente (VU) verwendet, ist eine zusätzliche Lechtdiode zur Spitzenanzeige (Peak) vorhanden.

Unschön ist bei der MBO-Anlage die Umschaltung von Tape auf Tuner: Schaltet man während einer Aufnahme um, so kommt ein kurzes Rückkopplungspfeifen mit auf das Band – bei der Rotel-Anlage kein Problem. Die Umschaltung auf verschiedene Bandtypen ist bei beiden Anlagen umständlich mit zwei Drucktasten zu bewerkstelligen. Lobenswert ist die regelbare Vormagnetisierung des Rotel-Recorders. Allerdings muß man selbst für jeden verwendeten Bandtyp die optimale Einstellung herausfinden, was man nur in einer Versuchsreihe machen kann, denn die in der Bedienungsanleitung angegebenen Werte kann man nicht immer problemlos übernehmen. Vorteilhaft ist das „Full-Auto-Stop" genannte System des Rotel-Recorders, das auch für Abschaltung des Recorders bei Bandende während schnellem Vor- oder Rücklauf sorgt. Der MBO-Recorder hingegen versucht nach Bandende vergebens weiteres Umspulen.

Technik für wenig Geld

Wer sich für eine der beiden Anlagen entscheidet, ist bestimmt nicht betrogen; noch vor wenigen Jahren mußte man für Geräte dieser Qualitätsklasse weitaus mehr berappen. Weniger geeignet sind beide Anlagen für HiFi-Freunde, die schon gewisse Mindestanforderungen an ihre Anlage stellen. Unbeschadet dessen findet der Interessierte hier einen reellen Gegenwert für sein Geld. Angesprochen sei auch die Frage der zu verwendenden Lautsprecherboxen. MBO bietet für seine Anlage ein Paar Miniaturlautsprecher an. Diese bieten aufgrund ihrer mechanischen Größe zwar keine ideale Wiedergabe, besonders nicht im Baßbereich. Durch die saubere Wiedergabe der zweiten Oberschwingung der Bässe kann das Ohr jedoch auf die (nicht wiedergegebene) Grundschwingung schließen. Der Klangeindruck wurde allgemein als angenehm empfunden. Beim Anschluß der Anlage an größere Boxen steigt natürlich die Qualität der Wiedergabe, allerdings merkt man besonders bei gedämpften Boxen, daß die Verstärkerleistung höheren Ansprüchen nicht gerecht wird. Der Rotel-Verstärker ist hier ein wenig überlegen, aber er ist in seinen Abmessungen ja auch größer.

Als unzureichend kann man den Anschluß für die Antennen bei beiden Anlagen bemängeln; die offenbar nur für asiatische Finger gedachten fummeligen Schrauben dürften nach wenigen Belastungen reparaturbedürftig sein. Damit wären wir beim Thema Reparaturen: MBO hat für seine Anlagen ein Service-Netz von bundesweit 19 sogenannten Audio-Service-Stationen aufgebaut, die in der Lage sein sollen, kurzfristig für Abhilfe bei Störungen zu sorgen. Die Schaltbilder, die die FUNKSCHAU von MBO erhielt, waren allerdings für eine Reparatur unbrauchbar. Fazit: Man ist auf eine der Reparaturstellen angewiesen. Bei Rotel versendet man ungern die Service-Unterlagen. Das mitgelieferte „Owner's Manual" hat zwar eine Ersatzsicherung angeheftet, bietet aber sonst keinerlei interne technische Information. Es ist mehrsprachig, reich bebildert und so auch für den Bundesbürger verständlich, der keine Kenntnisse der englischen Sprache besitzen sollte. Die wichtigsten Erläuterungen in diesem Handbuch sind in sieben Sprachen, u. a. auch deutsch, übersetzt. Hier muß man über kleine Schnitzer hinwegsehen: „Wenn der Widerstand kleiner ist als 8 Ohm, so sind die Empfängers überlastet". Aber das kennt man ja...

Abschließend kann man sagen, daß die MBO-Mini-Komponenten-Anlage für HiFi-Einsteiger mit unkomplizierten Empfangsverhältnissen und räumlich beengten Verhältnissen geeignet ist. Wer dagegen die Ausmaße der Rotel-Anlage als nicht störend empfindet, ist mit den Rotel-Geräten nicht schlecht beraten. Die Empfangseigenschaften sind denen preislich weit höher angesiedelter Anlagen fast ebenbürtig. Verbesserungsfähig ist der Rotel-Recorder. Obwohl er keine sofort auffallenden Mängel besitzt, sind hier doch Grenzen sichtbar, die nicht zuletzt durch den relativ geringen Preis begründet scheinen. Was will man also mehr verlangen? Ta

Nach Redaktionsschluß erreichte uns noch die Information aus dem Hause MBO, daß die beschriebene Anlage in Kürze in veränderter Form (Vorverstärker und Endverstärker in einem Gehäuse, Kassettenrecorder auch für Reineisen-Band geeignet) ausgeliefert wird.

„Ping-Pong"-Aufnahme

Bis zu zehn Nf-Signale können mit der Simul-Sync-„Ping-Pong"-Aufnahmeeinrichtung des Modells 144-Portastudio von Teac aufgezeichnet werden. Bei diesem Verfahren wird jedes Signal nur einmal überspielt. Das Kassettengerät arbeitet mit vier Audiospuren und mit einer Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s (!). Geschwindigkeitsänderungen im Bereich von ± 15 % ermöglichen Spezialeffekte.

Das integrierte Mischerteil besitzt vier Mikrofon- bzw. Line-Eingänge, deren getrennte Mischverstärker über separate Verstärkungs-, Höhen- und Tiefensteller verfügen. Umschaltung von „Vier-Kanal" auf gewöhnliches Zwei-Kanal-Stereo ist möglich.

Michael Konz

AIM-65-Basic-Erweiterung

Das Basic des AIM-65 ist eine etwas abgemagerte Version des PET/CBM-Basic. Vor allem vermißt man Editiermöglichkeiten und die Möglichkeit, Daten auf Kassette speichern zu können. Dieses und vieles andere gestattet die hier beschriebene 2-KByte-Erweiterung.

Die Erweiterung liegt im Bereich ab 0220 (*Bild*), so daß das im Arbeitsspeicher abgelegte Basic-Programm nach oben verschoben wird. Das hat gegenüber einer Plazierung der Erweiterung am oberen RAM-Ende den Vorteil, daß bei einer RAM-Erweiterung ab 1000 sich automatisch der Interpreter mehr Arbeitsspeicher reserviert, ohne daß man das Erweiterungsprogramm auf einen anderen Adressenbereich umschreiben muß. Die Initialisierung erfolgt zunächst wie gewohnt mit Taste 5. Dann lädt und startet man die Erweiterung bei 0220 und ist sofort in Basic (Warmstart). Jetzt stehen 19 zusätzliche Befehle zur Verfügung.

Die Befehle

AUT# Zeilennummer, Inkrement

schaltet die automatische Zeilennumerierung ein. Nach jedem Drücken von RETURN wird die Zeilennummer um einen vorher bestimmten Wert erhöht. Das Eingeben durch den Programmierer entfällt dadurch. Der erste Parameter nach AUT# bedeutet die Zeilennummer, ab der begonnen werden soll, der zweite die Schrittweite.

Beispiel:

AUT# 100,5 bewirkt eine Numerierung ab Zeile 100 in Fünferschritten (100, 105, 110,...).

Wird der Befehl ohne weitere Angaben gegeben, dann nimmt das Programm für beide Parameter den Wert 10 an.

Dieser Betriebsmodus kann nur durch CTRL Z wieder verlassen werden. Dabei wird die sich im Buffer befindende Zeile gelöscht, ohne vorher in den Hauptspeicher übernommen zu werden. AUT# ist nicht programmierbar. Erscheint der Befehl mit einer Zeilennummer versehen in einem Programm, so wird dieses mit einem ?ID ERROR abgebrochen. Das gleiche gilt auch für die beiden folgenden Befehle FETCH und HELP.

FETCH Zeilennummer

holt die angegebene Zeile in den Eingabepuffer, wo sie editiert werden kann. Existiert keine Zeile mit der spezifizierten Nummer, folgt ein ?US ERROR.

Mit diesem Befehl ist es möglich, Programmzeilen zu ändern, ohne sie vollständig neu eingeben zu müssen. Die ersten neunzehn Zeichen der Zeile werden zusammen mit einem Cursor (_) im Display dargestellt. Der Cursor wird über folgende Tasten gesteuert:

SHIFT F1 ... um eine Stelle nach links

SHIFT DEL... um eine Stelle nach rechts

DEL... um eine Stelle nach links, das links vom Cursor stehende Zeichen wird gelöscht

SHIFT F2 ... Rückspeichern der Zeile im Puffer in den Hauptspeicher und Übernahme der Zeile mit der nächst größeren Nummer in den Puffer (Cursor down)

SHIFT F3 ... Cursor up (wie SHIFT F2)

Wo der Cursor sich gerade befindet, können Zeichen eingefügt werden. Der rechts stehende Text wandert dabei automatisch weiter, bis der Puffer, der maximal 71 Zeichen faßt, gefüllt ist.

Der Editiermodus wird mit RETURN verlassen. Dabei wird die Zeile wieder in den Hauptspeicher übernommen. Beim Verlassen des Modus mit ESC geschieht das nicht, man landet aber im Monitor.

HELP

dient zur Lokalisierung von Fehlern in einer Programmzeile. Wird der Befehl unmittelbar nach einer Fehlermeldung, die während einer Programmausführung auftrat, gegeben, so wird die fehlerbehaftete Zeile angezeigt und die Stelle, die den Fehler verursacht hat, mit einem Fragezeichen markiert. Der Befehl ist unwirksam, wenn der Fehler im Direktmodus verursacht wurde oder zwischenzeitlich andere Anweisungen ausgeführt worden sind.

OPEN "Filename",m

öffnet ein sequentielles File auf Kassette. Es werden nur die ersten fünf Zeichen des Namens anerkannt. Der Name muß in Anführungszeichen stehen, d. h. eine Stringvariable ist hier nicht erlaubt.

Von dem Parameter m hängt es ab, ob Daten geschrieben oder gelesen werden sollen. Für eine Leseoperation besitzt m den Wert 0, für eine Schreiboperation den Wert 1. Soll eine Leseoperation ausgeführt werden, erscheint sofort die Meldung ‚READING TAPE' auf dem Display. Die Programmausführung wird unterbrochen, bis der erste Block des Files geladen ist. Ein Abbruch ist an dieser Stelle nur mit RESET möglich.

Analog hierzu erscheint die Meldung „WRITING TAPE", wenn der Ausgabebuffer gefüllt ist und ein Block von 80 Byte auf Band geschrieben wird. Sinnvollerweise sollte der Computer die Möglichkeit haben, den Motor des Kassettenrecorders zu steuern. Besonders beim Lesen vom Band ist das wichtig, sonst kann es geschehen, daß das Programm ewig auf einen Datenblock wartet, der längst vorüber ist.

CLOSE

schließt ein zuvor geöffnetes File wieder. Wurde zuvor eine Leseoperation ausgeführt, dann kann CLOSE entfallen. Nach einer Schreiboperation ist es jedoch obligatorisch, da sonst der letzte Datenblock nicht übertragen wird.

WRITE

Dieser Befehl wird in der gleichen Syntax wie PRINT benutzt. Die Daten werden aber auf Kassette geschrieben. Ein File muß dort zuvor mit OPEN geöffnet worden sein.

TAPIN

In Analogie zu INPUT liest TAPIN Daten von einem externen File ein. Zwar können nach TAPIN ebenfalls Promptingtexte in Anführungszeichen folgen, wie nach INPUT, sie werden bei der Ausführung des Befehles aber unterdrückt. Im Zusammenhang mit den letzten vier Befehlen können verschiedene Fehlermeldungen auftreten:

?FC ERROR

a) Ein bereits geöffnetes File soll erneut geöffnet werden.

b) Ein WRITE oder TAPIN ohne vorangegangenes OPEN wurde entdeckt.

c) Ein- und Ausgabe sind gleichzeitig auf das Kassetteninterface geschaltet. Das Betriebssystem würde dann automatisch den in der Zero-Page gelegenen zweiten Kassettenbuffer mitbenutzen und dadurch Teile der Interpreter-Variablen überschreiben.

?OM ERROR

FOR-NEXT-Schleifen oder Unterprogramme sind so tief verschachtelt, daß der Kassettenbuffer, der ja in der Page 1 liegt, diese Daten zerstören würde.

Zwei Beipiele sollen die Verwendung dieser vier Befehle verdeutlichen:

```
10 OPEN „TEST“,1
20 FOR I= 1 TO 50
30 WRITE I
40 NEXT
50 CLOSE
```

Das zweite Beispiel:

```
10 OPEN „TEST“,0
20 FOR I= 1 TO 50
30 TAPIN X
40 PRINT X
50 NEXT
60 CLOSE
```

Das erste Programmbeispiel schreibt die Zahlen von 1 bis 50 auf Band, das zweite Programm liest diese Zahlen wieder ein und druckt sie aus.

TIME

Mit dem Befehl TIME kann die Softwareuhr abgerufen werden, die zusammen mit der Basic-Erweiterung zur Verfügung steht. TIME kann wie eine gewöhnliche Variable angesprochen werden. Ihr Wert ist aber vom Programm her nicht änderbar. Erscheint

```
[M]=0220 A2 03 BD ED 09 9D 08 01 CA 10 F7 A9 9C A0 02 85
[ ] 0230 01 84 02 A9 4C 85 BF A9 B8 A0 02 8D 00 A4 8C 01
[ ] 0240 A4 A9 40 8D 0B A0 A9 C3 A0 50 8C 04 A0 8D 05 A0
[ ] 0250 A9 C0 8D 0E A0 A2 14 A9 00 95 EB CA 10 FB A9 A0
[ ] 0260 85 EF 24 C2 30 10 A5 7F 38 66 C2 E9 0F 85 7F B0
[ ] 0270 02 C6 80 20 1F 0A 20 8D 02 A0 10 A9 00 91 7F 88
[ ] 0280 10 FB A9 E0 A0 02 85 C3 84 C4 4C 7F B2 A9 C6 A0
[ ] 0290 02 D0 04 A9 E2 A0 06 85 C0 84 C1 60 A5 C6 A4 C7
[ ] 02A0 85 A2 84 A3 A5 82 85 A9 AD 12 A4 C9 54 F0 06 A9
[ ] 02B0 55 8D 12 A4 58 4C 00 B9 2C 04 A0 E6 F3 D0 06 E6
[ ] 02C0 F2 D0 02 E6 F1 40 86 FF BA BD 01 01 C9 0B D0 10
[ ] 02D0 BD 02 01 C9 BE D0 09 A0 01 B1 C6 20 6E BE B0 0B
[ ] 02E0 A6 FF E6 C6 D0 02 E6 C7 4C C5 00 A5 C6 D0 02 C6
[ ] 02F0 C7 C6 C6 A0 FF 84 FE A2 FF C8 E8 BD 7A 09 F0 3C
[ ] 0300 38 F1 C6 F0 F4 C9 80 F0 0C A0 00 E6 FE E8 BD 79
[ ] 0310 09 10 FA 30 E6 20 6A B7 E6 FE 06 FE A6 FE E0 03
[ ] 0320 B0 07 A5 C7 F0 03 4C E9 C0 E0 10 F0 17 68 68 68
[ ] 0330 68 BD C7 09 48 BD C8 09 48 4C BF 00 A0 01 20 6A
[ ] 0340 B7 6C C3 00 A9 EF A0 00 20 E1 C8 06 AA 20 16 C6
[ ] 0350 20 06 C9 86 8F 84 90 68 68 20 BF 00 8A 60 B0 20
[ ] 0360 20 DA B7 F0 1A A5 14 A4 15 85 FA 84 FB 20 C5 BC
[ ] 0370 20 DA B7 A5 14 A4 15 85 FC 84 FD 38 66 F7 60 18
[ ] 0380 A9 0A A0 00 85 FA 84 FB B0 ED 90 E7 20 6B BB 20
[ ] 0390 36 C5 6C 14 00 A6 F5 D0 56 C9 22 D0 55 20 85 BC
[ ] 03A0 A4 A9 C0 05 90 02 A0 04 B1 AA 99 2E A4 88 10 F8
[ ] 03B0 20 BF 00 38 66 F5 48 20 BF 00 68 A2 00 C9 30 F0
[ ] 03C0 0E 8E 35 A4 20 DC 03 A9 40 8D 09 A4 4C 6F E5 8E
[ ] 03D0 34 A4 A2 0D 20 DC 03 46 F5 4C 2F E3 20 EA 03 BD
[ ] 03E0 05 0A F0 2A 20 05 EF E8 D0 F5 A9 0D 4C 05 EF 4C
[ ] 03F0 87 BF 4C D0 BC 20 1A 04 24 F5 10 F3 A2 54 EC 12
[ ] 0400 A4 F0 EC 20 11 04 20 BA B8 A5 EE 8D 13 A4 60 A2
[ ] 0410 55 AD 13 A4 85 EE 8E 13 A4 60 BA E0 70 B0 EF 4C
[ ] 0420 57 B2 24 F5 10 03 20 11 E5 20 00 00 A9 00 85 F5
[ ] 0430 A9 08 8D 09 A4 60 24 F5 50 B5 20 1A 04 A2 54 EC
[ ] 0440 13 A4 F0 AB AD 12 A4 48 8E 12 A4 38 66 10 20 BE
[ ] 0450 B9 06 10 68 8D 12 A4 60 B0 98 20 DA B7 20 36 B4
[ ] 0460 B0 03 4C 52 B7 66 F4 20 0F 04 A2 FF 86 FF 20 44
[ ] 0470 05 20 09 04 A6 FF 86 ED A0 04 84 FE A4 FE A6 ED
[ ] 0480 B1 A7 95 16 F0 0F 10 07 38 E9 7F 20 AD 05 2C E6
[ ] 0490 ED E6 FE D0 E7 E0 13 90 02 A2 12 86 ED 20 11 05
[ ] 04A0 20 88 05 30 F8 C9 7F D0 12 A6 ED F0 F3 CA 86 ED
[ ] 04B0 B5 17 95 16 E8 E0 47 90 F7 B0 E2 C9 0D F0 09 20
[ ] 04C0 FB 04 B0 DC 95 16 90 D5 46 F4 48 48 A9 7E A0 B2
[ ] 04D0 D0 04 A9 97 A0 06 8D FE 01 8C FF 01 20 EA 03 38
[ ] 04E0 66 EC A2 15 A0 00 4C 87 B2 68 86 FE A6 FF 95 16
[ ] 04F0 E6 FF A6 FE 24 F4 30 18 4C 7A E9 48 A2 46 E4 ED
[ ] 0500 F0 0D CA B5 16 95 17 E4 ED D0 F7 E6 ED E0 46 68
[ ] 0510 60 A2 00 8E 15 A4 E4 ED D0 06 A9 DF 20 05 EF 2C
[ ] 0520 B0 1D B5 17 08 B5 16 28 F0 08 09 80 20 05 EF E8
[ ] 0530 D0 E4 E8 E4 ED D0 05 20 05 EF A9 5F 4C 05 EF E0
[ ] 0540 13 90 DF 60 A0 02 B1 A7 AA C8 B1 A7 4C 0C CB 86
[ ] 0550 FF 24 EC 10 06 46 EC A2 FD 9A 60 24 F7 10 1D 8A
[ ] 0560 D0 1A 20 0F 04 A5 FB A6 FA 20 0C CB 20 09 04 18
[ ] 0570 A5 FA 65 FC 85 FA A5 FB 65 FD 85 FB AE 15 A4 E0
[ ] 0580 14 B0 05 A9 DE 20 7B EF 20 40 EC E0 10 F0 65 E0
[ ] 0590 20 B0 0C C9 1B D0 05 46 F4 4C 56 E9 A6 FF 60 C9
[ ] 05A0 41 90 F9 C9 5B B0 6E E0 40 F0 3D E9 11 A2 90 A0
[ ] 05B0 B0 86 A0 84 A1 AA A0 FF CA F0 07 C8 B1 A0 10 FB
[ ] 05C0 30 F6 A6 FF 24 F4 10 05 20 FB 04 86 FF C8 B1 A0
[ ] 05D0 48 29 7F E0 47 B0 04 95 16 E6 FF 24 F4 30 03 20
[ ] 05E0 6C B9 A6 FF 68 10 DD 60 C9 54 B0 B0 E9 3F A2 7A
[ ] 05F0 A0 09 D0 BD C9 2C 90 04 E9 2B B0 B1 C9 15 B0 04
```

Bei der Eingabe des 2-K-Maschinenprogramms sollte man tunlichst das im gleichen Heft abgedruckte Prüfsummen-Programm benutzen, um Eingabefehler zu vermeiden. Die Basic-Erweiterung bietet bei den Mikrocomputern AIM-65 und PC-100 neunzehn äußerst nützliche neue Basic-Befehle

TIME auf der linken Seite einer Wertzuweisung, dann bleibt diese Zuweisung wirkungslos.

TIME liefert die Zeit in $^1/_{20}$ Sekunden und benutzt den Timer 1 im User-VIA. Die Uhr wird durch einen RESET angehalten und muß dann neu initialisiert werden, wie dies zu Beginn beschrieben worden ist. Das folgende Programmbeispiel bildet auf dem Display eine Digitaluhr nach:

```
10 T  = ROUND(TIME/20,0)
20 ST = INT(T/3600): T=T-3600*ST
30 MI = INT(T/60): T=T-60*MI
40 IF T = T1 THEN 10
50 T1 = T
60 PRINT ST;":";MI;":";T
70 GOTO 10
```

Der Befehl ROUND in Zeile 10 wird später noch erläutert werden.

```
[ ] o6oo 69 1o 9o A9 C9 1A Do 53 2o oo B9 A2 oo 86 FF 86
[ ] o61o F4 86 F7 Fo oE 24 F4 1o 46 C9 5B Do o9 A6 ED Fo
[ ] o62o o2 C6 ED A9 FF 6o C9 7F Do oF A6 ED E8 Eo 47 Bo
[ ] o63o F2 B5 15 Fo EE 86 ED Do EA C9 5D Do 33 Ao o1 B1
[ ] o64o A7 85 F9 88 B1 A7 85 F8 C8 B1 F8 Fo D6 C8 B1 F8
[ ] o65o AA C8 B1 F8 85 F9 86 F8 4C D2 o4 C9 18 Do o5 A9
[ ] o66o oC A6 FF 6o 68 68 68 68 68 68 2o 87 B6 4C C8 B5
[ ] o67o A5 73 A4 74 85 F8 84 F9 Ao o1 B1 F8 AA C5 A8 9o
[ ] o68o oE Do Ao 88 B1 F8 C5 A7 9o o8 Do 97 C8 Do BE 88
[ ] o69o B1 F8 86 F9 85 F8 9o Eo A5 F8 A4 F9 85 14 84 15
[ ] o6Ao 4C 5D o4 Fo 2C Ao oo 84 F8 2o E4 BD A5 8D A4 F8
[ ] o6Bo 91 7F C8 A5 8E 91 7F C8 Co 1o 9o o3 4C 57 B2 84
[ ] o6Co F8 2o C5 oo Fo o8 2o C5 BC Do DE 4C Do BC 91 7F
[ ] o6Do C8 66 F6 4C 93 o2 46 F6 46 EB 4C 8D o2 38 66 EB
[ ] o6Eo 3o F1 86 FF BA BD o1 o1 C9 FA Do o7 BD o2 o1 C9
[ ] o6Fo B5 Fo o7 24 F6 3o 3E 4C C8 o2 A5 C7 Fo F9 A5 81
[ ] o7oo A6 82 C5 83 Do o4 E4 84 Fo ED 85 83 86 84 98 48
[ ] o71o 24 EB 1o o7 A9 oo Ao oA 2o 4A B9 2o o1 CB 2o oo
[ ] o72o B9 68 24 EB 1o D1 49 FF 38 65 C6 Bo o2 C6 C7 85
[ ] o73o C6 18 4C 61 B6 BD o1 o1 C9 1F Do BB BD o2 o1 C9
[ ] o74o B8 Do B4 Ao FE C8 C8 Co 1o Bo AC B1 7F Fo A8 C5
[ ] o75o 8D Do F2 C8 B1 7F C5 8E Do EC A5 8D 29 7F 2o 6C
[ ] o76o B9 A5 8E 29 7F Fo o3 2o 6C B9 A9 25 24 oB 3o o6
[ ] o77o 24 oA 1o o5 A9 24 2o 6C B9 A9 3A 2o 6C B9 A5 91
[ ] o78o A4 92 2o DF BC A5 oB 48 46 oB A5 oA 48 2o AE o7
[ ] o79o 2o 67 B9 68 85 oA 68 85 oB 2o BF oo 2o 2o B8 68
[ ] o7Ao 68 A9 2F 2o 6C B9 2o AE o7 E6 oA 4C oo B9 24 oA
[ ] o7Bo 3o 11 24 oB 1o o7 A5 AC A4 AD 2o D1 Co 2o 1C CB
[ ] o7Co 2o C5 C1 4C 4D B9 A5 81 A4 A9 85 14 84 15 2o 36
[ ] o7Do B4 9o 36 A5 A2 E5 A7 85 F8 A5 A3 E5 A8 Do 2A 2o
[ ] o7Eo 44 o5 Ao o3 84 FE A2 oo 86 FF A4 FE C8 84 FE C4
[ ] o7Fo F8 Do o3 2o 6A B9 B1 A7 Fo oF 1o o8 38 E9 7F 2o
[ ] o8oo AD o5 3o E2 2o 6C B9 Do DD 68 68 4C 7F B2 2o B9
[ ] o81o BC 2o 7o BB Ao oo B1 AC 85 FE 84 FF 84 A9 C8 B1
[ ] o82o AC 85 F8 C8 B1 AC 85 F9 A5 AC A4 AD 2o 19 C4 A4
[ ] o83o FF C4 FE Fo 1A B1 F8 2o 7D EA 9o o3 4C 87 BF 48
[ ] o84o A9 F1 Ao o9 2o 67 C7 68 2o BD CA E6 FF Do Eo A9
[ ] o85o oo 85 oA 6o 2o B9 BC 2o 6E BB 4C 5A C9 2o 54 o8
[ ] o86o A5 A9 Fo EF 38 E9 8o 9o 1E A8 Co o8 9o 25 A5 AB
[ ] o87o 85 AA A5 AC 85 AB A5 AD 85 AC A9 oo 85 AD 98 E9
[ ] o88o o8 Do E6 A9 8o 85 A9 4C 16 C6 o6 AD 26 AC 26 AB
[ ] o89o 26 AA 88 98 Do F4 Fo EB 2o 54 o8 46 AE 2o oB CA
[ ] o8Ao A5 A9 Fo 5o C9 C3 Bo 55 A9 oo 85 FF 2o 4B C9 38
[ ] o8Bo E9 o4 85 A9 2o 62 o8 49 FF 38 69 84 A8 A5 AA 4A
[ ] o8Co 88 Do FC 69 3o C9 3A 9o o2 69 o6 48 E6 FF 2o 3B
[ ] o8Do C9 38 E9 o4 85 A9 2o oB CA A8 Do Do A2 oo A4 FF
[ ] o8Eo 68 9D FF o1 E8 88 Do F8 A9 oo 9D FF o1 A9 FF Ao
[ ] o8Fo o1 4C C5 C1 A9 3o 8D FF o1 A2 o1 Do EB A2 1A 4C
[ ] o9oo 59 B2 2o C1 BC 2o 6B BB A5 AE 48 46 AE 2o o9 C9
[ ] o91o 2o C5 BC 2o DC C4 2o BF BC Eo oA 9o o3 4C 87 BF
[ ] o92o 8A Fo 25 86 FE 86 FF A9 9F Ao oo 2o E1 C8 2o 21
[ ] o93o C8 C6 FE Do F9 2o 88 C5 2o oB CA 2o 3D C8 C6 FF
[ ] o94o Do F9 68 85 AE 4C 5A C9 A9 9F Ao oo 2o E1 C8 2o
[ ] o95o 88 C5 4C 5D o9 2o 54 o8 A5 AE 48 46 AE 2o oB CA
[ ] o96o 68 85 AE 6o 2o 54 o8 A9 F6 Ao o9 2o 67 C7 4C 5A
[ ] o97o C9 2o 54 o8 A9 FB Ao o9 Do F1 41 55 54 A3 46 45
[ ] o98o 54 43 C8 48 45 4C Do 44 45 C3 44 45 C7 46 52 41
[ ] o99o C3 54 41 5o 49 CE 48 45 58 A4 54 49 4D C5 53 59
[ ] o9Ao D3 54 52 41 43 C5 43 4C 4F 53 C5 52 41 C4 54 52
[ ] o9Bo 4E C3 4F 5o 45 CE 57 52 49 54 C5 4F 46 C6 52 4F
[ ] o9Co 55 4E C4 53 53 D4 oo o3 5D o4 57 o7 C5 o8 oD o9
[ ] o9Do 7o o8 5C o4 35 o8 97 o3 43 o3 8B o6 A2 o4 21 o9
[ ] o9Eo 63 o9 54 o3 94 o3 F4 o6 D5 o9 o1 o6 DC 4F o5 E9
[ ] o9Fo o4 85 oo oo oo oo 7B oE FA 35 12 86 65 2E Eo B3
[ ] oAoo 53 54 45 5o oo 57 52 49 54 49 4E 47 2o 54 41 5o
[ ] oA1o 45 oo 52 45 41 44 49 4E 47 2o 54 41 5o 45 oo A9
[ ] oA2o 2B 85 73 A9 oA 85 74 4C 67 B4 oo oo oo oo oo oo
```

SYS numerischer Ausdruck

ruft ein Maschinenprogramm auf, das an der angegebenen Adresse (dezimal), beginnt. Das Maschinenprogramm muß mit RTS abgeschlossen sein.

TRACE

ist einer von drei Befehlen, die das Debugging von Programmen erheblich erleichtern. Bei jedem Übergang in eine neue Programmzeile wird die Meldung „IN n" ausgegeben, wobei n die betreffende Zeilennummer ist. Zusätzlich bietet TRACE die Möglichkeit, bis zu acht Variablen zu spezifizieren, die dann verfolgt werden können.

Das bedeutet, daß bei jeder Wertänderung einer der Variablen ihr alter und neuer Wert zusammen mit dem Namen und der Zeilennummer ausgedruckt werden. Die Grundfunktion von TRACE bleibt dabei unberührt.

Vorsicht ist bei Array-Variablen geboten. Der TRACE-Befehl unterscheidet nämlich die einzelnen Elemente von Arrays nicht. So kann die Meldung A: 15.2 / 10 beispielsweise bedeuten, daß die Variable A den Wert 10 erhalten hat, aber die Zuweisung kann auch an irgendein Element des Arrays A erfolgt sein.

Ferner wird für die Laufvariable einer FOR-NEXT-Schleife nur die erste Wertzuweisung angezeigt, alle weiteren nicht. Aber selbst mit diesen Einschränkungen vereinfacht TRACE die Fehlersuche in umfangreichen Programmen wesentlich.

```
10 TRACE A,B$,C%
20 A=5
30 B$="TEST"
40 C%=200
50 A=18.7
60 B$="NEUER WERT"
70 C%=1
```

Obiges Programmbeispiel liefert folgenden Ausdruck, sofern der Drucker eingeschaltet ist:

```
A: 0 / 5
IN 30
B$: /TEST
IN 40
C%: 0 / 200
usw.
```

SST

gehört in die gleiche Kategorie wie TRACE. Mit der Ausführung von SST schaltet das Programm in einen Einzelschrittmodus, d. h. es wird immer nur eine Programmzeile ausgeführt. Danach erfolgt Programmabbruch mit der Meldung ‚STEP IN n'. Hierbei bedeutet n die gerade begonnene, aber noch nicht ausgeführte Zeile. Es können nun Variablen abgefragt und geändert werden. Das Programm kann durch den bekannten CONT-Befehl oder einfach durch CTRL W fortgesetzt werden.

OFF

hebt sowohl TRACE als auch SST wieder auf, ohne jedoch die Variablenliste des TRACE zu löschen. Wird erneut ein TRACE-Befehl erteilt, dann wird wieder die alte Variablenliste benutzt und braucht nicht neu eingegeben zu werden.

DEC (string)

ist einer von mehreren Umwandlungsbefehlen. DEC liefert das dezimale Äquivalent zu einer als beliebiger Stringausdruck im Argument stehenden hexadezimalen Zahl.

```
10 INPUT A$
20 A=DEC (A$)
30 PRINT A
40 GOTO 10
```

Das Kurzprogramm kann zur schnellen Umwandlung von Hexadezimalzahlen in ihre dezimale Darstellung verwendet werden. Enthält der Stringausdruck im Argument von DEC ein nicht-hexadezimales Zeichen, so erfolgt ein ?FC ERROR.

HEX$ (numerischer Ausdruck)

ist der Gegenbefehl zu DEC. Die Funktion liefert einen String, der das Argument hexadezimal wiedergibt.

Ein Argument, das größer als 7.3 x 10^{19} ist, führt zu einem ?LS ERROR, da der erzeugte String nicht in den Ausgabebuffer des Interpreters paßt, wo er zwischengespeichert wird.

Nur der ganzzahlige, positive Teil des Argumentes wird verwertet. –7.3 würde von der Funktion also beispielsweise als 7 interpretiert werden.

FRAC (numerischer Ausdruck)

trennt die Vorkommastellen des Argumentes ab und verwertet nur den Nachkommateil:
FRAC(–12.34) liefert –.34.

TRNC (numerischer Ausdruck)

ist der Gegenbefehl zu FRAC. Auf den ersten Blick wirkt TRNC wie die bekannte INT-Funktion. Für positive Zahlen trifft das auch zu. Man erinnere sich aber an die Definition der Integer-Funktion. Sie liefert die „größte ganze Zahl, die kleiner oder gleich dem Argument ist". Für –12.34 wäre das die Zahl –13. TRNC liefert hier als Resultat aber –12, d. h. es werden wirklich die Vorkommastellen ausgewertet.

ROUND (numerischer Ausdruck, d)

erleichtert die Rundung von Zahlen auf d Nachkommastellen. Während d ganzzahlige Werte zwischen 0 und 9 annehmen darf, ist der erste numerische Ausdruck beliebig.

```
10 FOR I=0 TO 9
20 PRINT ROUND (1.23456789,I)
30 NEXT
```

Das Beispiel liefert folgende Ausgabe:

```
1
1.2
1.23
1.235
1.2346
1.23457
1.234568
1.2345679
1.23456789
1.23456789
```

Die Rundung, die in der letzten Stelle auftritt, ist deutlich zu erkennen.

Tabelle 1: „Short-hand"-Tastenbelegung

Grundfunktion	CTRL	SHIFT left	SHIFT right
,	END	<	<
–	FOR	=	=
.	NEXT	>	>
/	DATA	?	?
0	INPUT	0	0
1	DIM	!	!
2	READ	"	"
3	LET	#	#
4	GOTO	$	$
5	RUN	%	%
6	IF	&	&
7	RESTORE	'	'
8	GOSUB	(	(
9	RETURN	)	)
:	REM	*	*
;	STOP	+	+
A	ON	SGN	AUT#
B	NULL	INT	FETCH
C	WAIT	ABS	HELP
D	LOAD	USR	DEC
E	SAVE	FRE	DEG
F	DEF	POS	FRAC
G	POKE	SQR	TAPIN
H	PRINT	RND	HEX$
I	CONT	LOG	TIME
J	LIST	EXP	SYS
K	CLEAR	COS	TRACE
L	GET	SIN	CLOSE
M	NEW	TAN	RAD
N	TAB(	ATN	TRNC
O	TO	PEEK	OPEN
P	FN	LEN	WRITE
Q	SPC(	STR$	OFF
R	THEN	VAL	ROUND
S	NOT	ASC	SST
T	STEP	CHR$	T
U	[1]	LEFT$	U
V	[1]	RIGHT$	V
W	[1]	MID$	W
X	[2]	GO	X
Y	[1]	[3]	Y
Z	[4]	[3]	Z

Bemerkungen:
[1] CTRL U, V, W, Y bewirken im SST-Modus die Fortsetzung des Programmes
[2] CTRL X sendet ein Formfeed aus ($0C)
[3] Diese Kombinationen sollten nicht verwendet werden
[4] Löschen der Zeile und Ausschalten des Auto-Modus

Tastaturbelegung

Als zusätzlichen Service bietet die Basic-Erweiterung die Belegung einer jeden Taste des AIM-65 mit einem Basic-Befehl. *Tabelle 1* gibt Aufschluß darüber, wie diese Belegung erfolgte. Zumindest die wichtigsten dieser Tastenkombinationen dürften sich nach kurzer Zeit eingeprägt haben. Zudem bieten die Stirnseiten der Tasten ausreichend Platz für eine geeignete Beschriftung.

Wie funktioniert es?

Nachdem nun die einzelnen Befehle kurz vorgestellt worden sind, soll jetzt die prinzipielle Arbeitsweise der Erweiterung besprochen werden.

Wichtigster Umstand, dem die Erweiterung ihre Funktion verdankt, ist die Tatsache, daß bei der Initialisierung des Interpreters die Routine, die die Zeichen aus dem Basic-Programm ausliest, in den RAM-Bereich kopiert wird. Diese Routine findet man an den Adressen 00BF...00D6. Es wird hier mit absoluter modifizierter Adressierung [1] gearbeitet. Bei jedem Aufruf wird der Pointer C6/C7 um ein erhöht, bevor über ihn ein Zeichen aus dem Basic-Programm geholt wird.

An diese Stelle setzt die Erweiterung bei ihrer Initialsierung einen JMP-Befehl zu einer eigenen Decodierroutine

bei D0A6. Dort wird zunächst durch Überprüfung der auf dem Stack gespeicherten Rücksprungadresse festgestellt, woher das Programm kam. Wurde die Routine von BE09 aus angesprungen, so hat der Interpreter einen Variablennamen mit mehr als zwei Zeichen im Programm entdeckt. Für die Erweiterung bedeutet das aber, daß möglicherweise einer der neuen Befehle vorliegt. Wird der vermeintliche Variablenname nicht in der Tabelle der Schlüsselwörter gefunden, handelt es sich wirklich um einen Variablennamen und die Programmausführung wird normal fortgesetzt. Fällt die Abfrage dagegen positiv aus, verzweigt die Erweiterung und führt den neuen Befehl aus.

Zusätzlich wird bei der Initialisierung der Erweiterung die Eingabe auf U, d. h. ‚user defined', umgeschaltet. Die dazugehörige Routine findet man bei 054F. Dort wird auch ein Flag abgefragt, das für die automatische Zeilennumerierung zuständig ist.

Die Befehle TRACE und SST ändern nun ihrerseits wieder den von der Erweiterung zuvor gesetzten Vektor. Die Überprüfung, von wo das Programm gekommen ist, muß nun umfassender betrieben werden. Die Herkunft von B5F8 ist ein Zeichen dafür, daß auf eine neue Zeile des Basic-Textes gesprungen wurde. In Abhängigkeit von verschiedenen Flags wird jetzt das Programm abgebrochen (im Einzelschrittmodus), die Zeilennummer ausgegeben oder eine weitere Überprüfung vorgenommen, ob nämlich eine LET-Anweisung vorliegt.

Letzteres ist der Fall, wenn das Programm von B81D kommt. Der alte Variablenwert wird ausgegeben und das LET vollendet. Anschließend folgt der neue Wert.

Die bei den Umwandlungsfunktionen (DEC, HEX$) benutzten Algorithmen sind recht einfach. Die Darstellung von Dezimalzahlen in Microsoft-Basic sei hier als bekannt vorausgesetzt [2].

Während DEC fortlaufend zuerst mit 16 multipliziert und dann das neue Digit addiert dividiert HEX$ durch 16 und berücksichtigt jeweils das Ergebnis vor dem Komma. Dabei wird FRAC als Unterprogramm aufgerufen. Die erzeugten hexadezimalen Ziffern werden im Ausgabebuffer 0200...0210, der gewöhnlich zur Umrechnung von Zahlen in Floating-Point-Darstellung in ihre Dezimaldarstellung verwendet wird, gespeichert. Daher resultiert auch die Begrenzung auf den Wertebereich bis $7{,}3 \times 10^{19}$.

Aus der Funktionsweise der Erweiterung folgt notwendigerweise, daß die Arbeitsgeschwindigkeit des Interpreters geringfügig verlangsamt wird. Diese Verlangsamung hält sich indes in Grenzen, vermeidet man die Verwendung von Variablennamen mit mehr als zwei Zeichen, da sonst jedesmal die gesamte Schlüsselworttabelle der Erweiterung abgefragt werden muß, wenn auf eine solche Variable zugegriffen wird.

Es ist möglich, die Erweiterung wieder abzuschalten, um sie dann später ohne Datenverlust reaktivieren zu können. Dazu müssen einige Speicherplätze manuell geändert werden:

```
0001 := 00
0002 := B9
A00E := 40
```

Bei 00BF müssen drei Befehle eingefügt werden:

```
00BF INC C6
00C1 BNE 02
00C3 INC C7
```

Die Erweiterung belegt in der Zero-Page die Plätze EC...FF und zieht von dem für Basic-Programme zur Verfügung stehenden Speicherraum die obersten 16 Byte für die Variablenliste des TRACE-Befehls ab.

Zu beachten ist, daß nach einem LOAD die Belegung der Tasten mit den Befehlswörtern nicht mehr aktiviert ist. Um sie wieder herzustellen genügt die Anweisung POKE 42002,85. Um das Verständnis zu erleichtern, gibt *Tabelle 2* die Adressen einiger wichtiger Routinen des Interpreters und deren Bedeutung wieder.

Literatur

[1] *Joepgen, Hans-Georg*: „6502 simuliert neue Adressierungsart", FUNKSCHAU-Sonderheft Programme.

[2] *Handle, Franz*: „Zahlendarstellung im PET", FUNKSCHAU-Sonderheft Hobbycomputer 2.

Tabelle 2: Benutzte Interpreter-Routinen im ROM

B27F	Warmstart des Basic
B436	Suchen nach einer bestimmten Zeile, deren Nummer in14/15 gegeben ist
B76A	Y-Register wird zu C6/C7 addiert
B7DA	Umwandlung einer Dezimalzahl im Basic-Text in eine 16-bit-Zahl in 14/15
B900	Ausgabe einer CRLF-Folge
BB6B	Berechnung eines beliebigen numerischen Basic-Ausdruckes
BB6E	Überprüfung, ob Resultat numerisch
BB70	Überprüfung, ob Resultat ein String
BB7F	Berechnung eines beliebigen Ausdruckes
BCB9	Berechnung eines beliebigen, in Klammern stehenden Ausdrucks
BCBF	Test, ob C6/C7 auf eine Klammer ')' weist
BCC5	Test, ob C6/C7 auf ein Komma ',' weist
BCD0	Ausgabe von ?SN ERROR
BE6E	CY=1 wenn A ein Alpha-Zeichen (A...Z) enthält
BF87	Ausgabe von ?FC ERROR
C536	Umwandlung der Zahl imFloatingpoint-Akku in eine 16-bit-Zahl in 14/15 mit dem höherwertigen Byte in 15
C588	Zur Zahl im Floatingpoint-Akku (FAC) wird 0.5 addiert
C616	Normalisieren der Zahl in FAC
C767	FAC wird mit der Zahl multipliziert, auf die das Registerpaar A,Y weist. Die Zahl muß ebenfalls in Floatingpoint-Darstellung vorliegen
C821	FAC wird mit 10 multipliziert
C83D	FAC wird durch 10 dividiert
C8E1	Der Wert einer Variable, auf die das Registerpaar A,Y weist, wird nach FAC transferiert
C95A	Der Inhalt von FAC wird gerundet
CA0B	Ausführung der Funktion INT

Prüfsumme erkennt falsche Eingabe

Wenn man längere Programme aus Veröffentlichungen abtippt, so ergibt sich ganz automatisch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß einige Bytes falsch übernommen wurden. Das Überprüfen kompletter Listings ist extrem zeitraubend und kostet viel Konzentration. Und auch dann ist es noch nicht auszuschließen, daß man einen Fehler ganz einfach übersieht.

Aus diesem Grunde führen wir bei längeren Maschinensprache-Programmen, soweit uns das technisch möglich ist, den Abdruck einer Prüfsumme ein. Diese Prüfsumme umfaßt vier Hex-Ziffern und entsteht durch Aufsummieren aller Bytes im Programm. Ein dabei entstehender Übertrag wird ignoriert.

Nach der Eingabe längerer Programme ist man also gut beraten, den Computer selbst erst einmal die Prüfsumme des jeweiligen Adressenbereiches errechnen zu lassen und mit dem im Heft abgedruckten Wert zu vergleichen.

Ein für die Mikrocomputer AIM-65 und PC-100 geeignetes 6502-Prüfsummen-Programm ist in *Bild 1* wiedergegeben. Nach dem Start mit Taste F1 kann man nach FROM= die Adresse des ersten und nach TO= diejenige Adresse eingeben, die dem letzten zu summierenden Byte folgt (d. h. Endadresse + 1). Will man z. B. die Summe des Bereiches 0200...02FF errechnen, so gibt man FROM=200 und TO=300 ein.

Bild 2 zeigt in der ersten Zeile die Prüfsumme des Programms in Bild 1 und in den darauffolgenden Zeilen die Prüfsummen unterschiedlicher Adressenbereiche der AIM-65/PC-100-Basic-Erweiterung von Michael Konz, die im gleichen Heft abgedruckt ist. Es ist empfehlenswert, erst einmal die Richtigkeit der Basic-Erweiterung auf diese Weise zu testen, bevor man sie an der Adresse 0220 startet, um zu vermeiden, daß sie wegen eines Eingabefehlers „Harakiri" läuft.

An dieser Stelle sei einigen Lesern gedankt, die die Idee zur Veröffentlichung von Prüfsummen bei Maschinenprogrammen an die Redaktion herantrugen.

Fe.

```
[K]*=0
/31
 0000 20 JSR E7A3
 0003 B0 BCS 0000
 0005 AD LDA A41C
 0008 85 STA F2
 000A AD LDA A41D
 000D 85 STA F3
 000F 20 JSR E7A7
 0012 B0 BCS 000F
 0014 A0 LDY #00
 0016 84 STY F0
 0018 84 STY F1
 001A 18 CLC
 001B B1 LDA (F2),Y
 001D 65 ADC F0
 001F 85 STA F0
 0021 90 BCC 0025
 0023 E6 INC F1
 0025 E6 INC F2
 0027 D0 BNE 002B
 0029 E6 INC F3
 002B A5 LDA F3
 002D CD CMP A41D
 0030 D0 BNE 001A
 0032 A5 LDA F2
 0034 CD CMP A41C
 0037 D0 BNE 001A
 0039 20 JSR E83E
 003C A5 LDA F1
 003E 20 JSR EA46
 0041 A5 LDA F0
 0043 4C JMP EA46

[M]=010C 4C 00 00 00
```

Bild 1. Programm zur Errechnung der Prüfsumme bestimmter Adressenbereiche für die Mikrocomputer AIM-65 und PC-100

```
[[]FROM=0TO=46 2C62
[[]FROM=220TO=300 71F1
[[]FROM=300TO=400 7C10
[[]FROM=400TO=500 7DAA
[[]FROM=500TO=600 86B2
[[]FROM=600TO=700 938C
[[]FROM=700TO=800 7630
[[]FROM=800TO=900 882C
[[]FROM=900TO=A2A 780F
[[]FROM=220TO=A2A FC54
```

Bild 2. Einige Prüfsummen-Beispiele: Oben für das Programm in Bild 1, darunter für die Basic-Erweiterung, die in diesem Heft für AIM-65 und PC-100 zu finden ist

Video-Treiber für den AIM-65

Der Anschluß eines Video-Interface mit serieller Schnittstelle (UART) an den TTY-Port der Mikrocomputer AIM-65 und PC-100 wurde bereits in FUNKSCHAU 1979, Heft 25, beschrieben. Aber: Das Drücken der DEL-Taste löschte das letzte Zeichen zwar auf dem LED-Display, nicht aber auf dem Bildschirm.

Die Applikationsschrift R6500N12 von Rockwell nennt eine Abhilfemöglichkeit: Wickelt man an den Anzeigezeiger A415 um die 19., so wird auch über die 20. Stelle hinaus noch das Delete-Zeichen der Tastatur geechot. Das hat zwar den Nachteil, daß das Display nach dem Erreichen der 20. Stelle nicht weiterrollt; wenn man mit dem Bildschirm arbeitet, spielt das aber kaum eine Rolle (*Bild*).

Befindet man sich in Basic, so ist darauf zu achten, daß man nicht über die 60. Spalte einer Zeile hinausgerät. Das könnte natürlich mit einem zusätzlichen Programmteil beseitigt werden, darauf wurde hier jedoch aus Gründen der Byte-Einsparung verzichtet. Leider funktioniert die Methode nur bei Basic, nicht aber mit dem Texteditor.

E. Brockt

µC-Nachrichten

In Hannover hat sich eine kleine SC/MP-II-Gruppe etabliert, die sich mit dem Prozessor INS 8086 beschäftigt. Interessenten können sich an Ing. Gerd Neumann, Pappelweg 20, 3000 Hannover 1, wenden.

F'

Wenn man an nichtflüchtige Speicher denkt, so meint man meist Magnetblasen oder EPROMs. Daß es auch anders geht, beweist ein CMOS-Speichermodul von Atron (Fritz-Meyer-Weg 55, 8 München 81). Es ist intern batteriegepuffert und läßt sich mit Mikrocomputern über eine parallele oder serielle Schnittstelle verbinden. Die Kapazität beträgt 4, 8 oder 16 KByte.

F'

Die Mainzer Firma Eltec, bekannt durch die Computer Eurocom-1 und -2 sowie durch recht preiswerte Video-Interface-Karten, bietet für den Eurocom-2 (CPU: 6809) nun Basic und Pascal als höhere Programmiersprachen an. Eltec war neben Motorola der erste Hersteller eines Computers mit dem Prozessor 6809, einer 8-bit-CPU mit interner 16-bit-Struktur.

```
[M]=0F90 00 00 00 48 8A 48 AE FF 0F E0 35 D0 03 CE FF 0F
[ ] 0FA0 AE 15 A4 E0 13 D0 06 CE 15 A4 EE FF 0F 68 AA 68
[ ] 0FB0 29 7F C9 0D F0 07 C9 20 F0 10 4C A8 EE 20 A8 EE
[ ] 0FC0 A9 00 8D FF 0F A9 0A 4C A8 EE AD 82 A4 C9 FD F0
[ ] 0FD0 05 A9 20 4C A8 EE AD FF 0F C9 00 F0 06 CE FF 0F
[ ] 0FE0 EE 15 A4 A9 08 4C A8 EE A9 93 8D 06 A4 A9 0F 8D
[ ] 0FF0 07 A4 A9 02 8D 17 A4 A9 FD 8D 18 A4 6C FC FF 00
[]]
[K]*=010C
/
 010C 4C JMP 0FE8
```

Hex-Dump des Video-Treibers. Die Bildschirm-Ausgabe läßt sich mit Taste F1 in Betrieb nehmen, wenn man bei 010C die Bytes 4C E8 0F einschreibt, und durch Druck auf Reset wieder ausschalten

Der Ideal-Computer

Eine Wunschliste an die Tischcomputer-Hersteller

Die heute erhältlichen Tischcomputer, Personal Computer, Heimcomputer oder wie man sie auch immer bezeichnen will, hätten vor zehn Jahren selbst optimistische Fachleute zum Staunen gebracht. Trotzdem: Hie und da bemerkt man noch eine gewisse Unausgereiftheit, die im folgenden aufs Korn genommen wird. Vielleicht denkt der eine oder andere Hersteller einmal über unseren Forderungs-Katalog nach; vielleicht orientiert sich auch der eine oder andere Kaufinteressent daran...

Bevor der Computer irgend etwas tut, muß man ihm über seine Tastatur erst einmal sagen, was er zu tun hat. Beginnen wir also mit diesem Teil des Tischcomputers.

In Deutschland besitzen Schreibmaschinen das Y gewöhnlich links unten, und außerdem findet man auf ihnen solche Zeichen wie Ä, Ö, Ü, ß. Es ist selbstverständlich, daß ein in Deutschland angebotener Computer die gleiche Tastatur wie so eine Schreibmaschine besitzen sollte.

Ebenso selbstverständlich ist es, daß die Tastatur eines Computers bei gedrückter Shift-Taste Groß-, bei nicht gedrückter Shift-Taste Kleinbuchstaben erzeugen sollte; heute ist das bei vielen Modellen noch genau umgekehrt. Um das Problem zu vermeiden, daß man dann bei der Eingabe von Programmbefehlen (die normalerweise mit Großbuchstaben geschrieben werden) dauernd Shift drücken muß, sollte eine Shift-Lock-Taste vorhanden sein, die auf Großschreibung „einrastet". Allerdings sollte „Shift Lock" nur für Buchstabentasten wirksam sein, nicht aber für die Ziffern- und Zeichentasten.

Recht praktisch ist auch eine Repeat-Taste, die dafür sorgt, daß eine gleichzeitig gedrückte Taste laufend in schneller Folge (ca. 10mal pro Sekunde) wiederholt wird. Eine Alternative ist eine automatische Repeat-Funktion, die wirksam wird, wenn man eine Taste länger als etwa eine Sekunde gedrückt hält. (Es gibt Computer, die zwar eine mit „Repeat" beschriftete Taste besitzen, die aber ohne erst zusätzlich zu ladende Software die von ihr zu erwartende Funktion nicht ausführt!)

Daß die Tastatur nicht prellen und überhaupt die mechanische Qualität einer guten Schreibmaschinen-Tastatur haben sollte, ist leider ebenfalls noch nicht für alle Hersteller selbstverständlich.

Die Anzeige

Während heute noch ein Bildschirm als Standard-Anzeige dient, kann sich das schon in ein paar Jahren ändern: Der flache Bildschirm, sprich das Festkörper- oder LCD-Matrix-Display, ist schon heute für die Darstellung von Schriftzeichen realisierbar, wenn auch noch ziemlich teuer.

Unabhängig von der Anzeigen-Technologie ist es wünschenswert, wenigstens 16 Zeilen mit je 64 Zeichen darzustellen. Was wir von der Tastatur fordern, gilt auch für die Anzeige: Deutsche Sonderzeichen wie ä, ö, ü, ß sollten Standard sein. Um eine gute Lesbarkeit zu gewährleisten, empfiehlt sich eine Zeichendarstellung als 7x9-Punktmatrix (heute ist eine 5x7-Matrix noch Standard) mit „Unterlängen" bei den Buchstaben g, j, p, q und y.

Legt man den heutigen Standard beim „Bildschirmtext"-System zugrunde und ermöglicht das Aufteilen eines Zeichenquadrates in 2x3 Grafikquadrate, so ergibt sich eine Auflösung bei grafischen Darstellungen (Kurven u. a.) von wenigstens 48 Punkten vertikal und 128 Punkten horizontal. Es wäre sehr sinnvoll, wenn sich die Hersteller auf diese (oder zumindest auf eine einheitliche andere) Grafik-Norm einigen könnten, um einen Programmaustausch zwischen unterschiedlichen Computertypen zu ermöglichen.

Eine sehr praktische Sache ist das „Screen Editing". Darunter versteht man, daß man mit dem Cursor ein auf dem Bildschirm stehendes Programm unmittelbar redigieren kann; der Bildschirminhalt wird also direkt in den Speicher übernommen (z. B. bei PET-2001, CBM-3001). Diese Eigenschaft will man schon bald nicht mehr missen.

„Screen Editing" setzt im Computer hardwaremäßig voraus, daß das Video-RAM vom Mikroprozessor aus wie ein normaler RAM-Bereich adressiert werden kann. Selbstverständlich kann auch der Benutzer dann z. B. mit PEEK und POKE direkt auf jede Stelle des Bildschirms zugreifen und Zeichen an beliebigen Positionen schreiben. Dabei ist es sehr störend, wenn die verwendete interne Zeichencodierung nicht mit der ISO-7-bit-Norm bzw. ASCII übereinstimmt.

Wünschenswert ist also, daß die intern verwendeten Zeichencodes normgerecht sind, z. B. dezimal 65 für ein großes A und 97 für ein kleines a.

Das Betriebssystem

Unter Betriebssystem verstehen wir jene intern im Computer vorhandenen Programme, die dem Benutzer die Kommunikation mit dem Rechner erlauben. Dazu gehört auch der Basic-Interpreter. Hier gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder ist das Betriebssystem fest in ROMs gespeichert und steht daher sofort beim Einschalten zur Verfügung, oder es muß beim Einschalten erst geladen werden, was dann möglichst einfach und schnell gehen sollte. Die zweite Methode hat den manchmal bedeutsamen Vorteil, daß man den Computer leichter auf eine andere Programmiersprache (z. B. Pascal, Fortran usw.) umrüsten kann. Wenn man nur in Basic arbeiten möchte, wird man dagegen ein in ROMs gespeichertes Betriebssystem vorziehen. Auch in Zukunft wird es also berechtigt sein, wenn es Computer mit beiden Versionen gibt.

Keine Diskussion sollte es dagegen bei der Dokumentation dieses Betriebssystems geben. Der Anwender sollte zumindest auf Anforderung ein vollständiges, kommentiertes Assembler-Listing bzw. eine Speicherbelegungs-Liste mit Nennung aller verwendbaren ROM-Unterprogramme erhalten können. Das bedeutet, daß der Computerhersteller mit dem meist nicht im eigenen Haus befindlichen Entwickler des Basic-Interpreters vereinbaren muß, daß die Herausgabe eines solchen Listings urheberrechtlich zulässig ist.

Die Hersteller sollten sich endlich auf eine einheitliche Befehls-Syntax einigen. Es ist für einen Anwender unverständlich, warum einzelne Hersteller für Befehle, deren Wirkung völlig identisch ist, unterschiedliche Worte verwenden müssen (z. B. A$=INKEY$ bei Tandy und GET A$ bei den meisten anderen Computern).

Ab und zu hängen sich Computer auf. Das bedeutet, daß sie wegen eventueller Programmierfehler in Maschinensprache, aber auch wegen Störimpulsen aus dem Netz jede weitere Befehlsannahme verweigern und sich nur noch durch Aus- und Einschalten aus dem „Weltraum" zurückholen lassen – natürlich sind alle gespeicherten Daten und das Programm damit gelöscht (z. B. PET, CBM).

Nicht viel besser ist es, wenn der Computer zwar über Reset-Taste verfügt, deren Betätigung aber wiederum zur Löschung des gespeicherten Basic-Programms sowie aller Variablenwerte führt (z. B. TRS-80, DAI).

Eine schon brauchbarere Lösung enthalten z. B. AIM-65, Superboard und PC-100. Nach dem Drücken der Reset-Taste kann man über eine „Warmstart"-Taste in den Basic-Interpreter zurück, ohne das Programm dabei zu löschen. Solange man das Basic-Programm dann nicht mit RUN wieder startet, kann man alle Variablenwerte zumindest noch von Hand abrufen.

Eigentlich selbstverständlich sollte die Möglichkeit sein, mit PEEK, POKE, USR und SYS eine Verbindung zwischen Basic-Interpreter und Maschinenebene herzustellen, um zeitkritische Aufgaben in Assemblersprache programmieren und von Basic-Programmen her aufrufen zu können.

Und noch etwas: Beim Auflisten von Programmen (LIST in Basic) sollte man z. B. durch Niederhalten einer Taste die Möglichkeit haben, die Ausgabe auf dem Bildschirm bzw. auf der Anzeige zu verlangsamen. Paradoxerweise ist diese Möglichkeit bei den Computern, die das wegen ihres einzeiligen Displays am nötigsten hätten (AIM-65 und PC-100), nur mit zusätzlichen Maschinenprogrammen möglich.

Schnittstellen

Ganz selbstverständlich sollte der Computer seinen gesamten Systembus (Adressen-, Daten-, Steuerleitungen) an eine Steckleiste herausgeführt haben, um dem Anwender spätere Systemerweiterungen zu gestatten. Diese Forderung wird schon heute meist erfüllt.

Etwas spärlicher sieht es dagegen oft mit anderen Möglichkeiten aus, Externes auszuschließen. Wünschenswert wäre wenigstens ein 8-bit-Port, acht bidirektionale Leitungen also, an die man Schalter, LEDs, Relais und anderes zumindest über einfache Treibertransistoren anschließen kann. Diesen Port kann der Benutzer dann selbst so programmieren, wie es sein Anwendungsfall erfordert – er kann daraus sogar eine serielle Schnittstelle machen.

Nützlich ist natürlich, wenn eine solche serielle Schnittstelle (V-24, RS-232, 20-mA-Stromschleife) schon eingebaut ist. Zu fordern ist allerdings, daß z. B. über ein programmierbares „Flag" alle INPUT-, PRINT-, LOAD- und SAVE-Operationen auf diese Schnittstelle umgeleitet und alle üblichen Baudraten (110, 150, 300, 600, 1200 usw.) programmiert werden können. Auch hier können AIM-65 und PC-100 als Musterbeispiel dienen.

Der IEC-Bus hat zwar bei Meßaufgaben durchaus seine Berechtigung, ist aber für die Verbindung von Computer mit Drucker und Floppy vor allem wegen seiner begrenzten Transfergeschwindigkeit nicht unbedingt optimal. Hier kann es günstiger sein, die Floppy-Disk direkt über den Adressen- und Datenbus zugreifen zu lassen.

Externe Speichermedien

Apropos Floppy-Disk: Lobenswerterweise passen sich manche Hersteller bereits dem IBM-Aufzeichnungsstandard an, um die Austauschbarkeit von Software zu gewährleisten. Dazu ist aber auch erforderlich, das Datenformat selbst (d. h. z. B. Anfangs- und Endkennzeichnung, Codierung der Zeichen usw.) zu vereinheitlichen.

Viele Computer zeichnen Basic-Programme nicht Buchstaben für Buchstaben, Zeichen für Zeichen auf, sondern fassen Basic-Befehlsworte zu einem einzigen Byte zusammen. Das führt wiederum zur Inkompatibilität von Disketten (und auch Kassetten) mit Basic-Programmen bei den unterschiedlichen Computertypen. Die einfachste Lösung dieses Problems ist es, diese Kurzkennzeichen für Basic-Befehle zwar intern im Arbeitsspeicher, nicht aber für das Abspeichern auf Floppy oder Diskette zu verwenden (wie bei AIM-65, PC-100, Superboard). Das führt natürlich zu etwas längeren Zeiten für Abspeichern und Laden.

Wenn ein Hersteller sich deshalb nicht von der „komprimierten" Aufzeichnung trennen kann, so sollte er wenigstens dem Anwender ein zweites, mit anderen Typen kompatibles Aufzeichnungsformat zusätzlich zur Verfügung stellen. Der ROM-Speicherbedarf dafür ist vergleichweise gering und wird mit Sicherheit vom Käufer honoriert. Bleibt zu hoffen, daß die Hersteller das einsehen und vom kleinkarierten „Ich-koche-meine-eigene-Suppe"-Denken wegkommen!

Kurz gesagt:

- Deutsche Tastatur mit ä, ö, ü, ß
- „Richtige" Groß- und Kleinschreibung
- Dokumentation des Betriebssystems
- Einheitliche Syntax für gleichwertige Befehle
- Genormte Schnittstellen plus Parallel-Port
- Mit Fremdfabrikaten kompatibles Datenformat für Kassetten und Floppy

Was noch bleibt

Was noch zu sagen bleibt, sind Kleinigkeiten, und eigentlich ist es beschämend, daß man so etwas überhaupt erwähnen muß, aber manch heute existierender Tischcomputer macht das unumgänglich. Dazu gehört es zum Beispiel, daß es dem Gerät nichts ausmachen darf, wenn es bei Umgebungstemperaturen um 30 °C im Dauerbetrieb läuft; daß man Programme auf Kassette mit vernünftigen Namen abspeichern und wieder laden kann; daß Fehler beim Laden von Programmen zuverlässig erkannt und gemeldet werden und daß der Computer keine unzumutbare Störstrahlung produziert, was man leicht mit einem danebengestellten Kofferradio überprüfen kann.

Wenn sich auch die meisten Hersteller im fernen Amerika nicht um die vorstehenden Zeilen scheren werden, so finden doch zumindest Sie, verehrte Leser, darin vielleicht die eine oder andere Anregung, wonach Sie beim Kauf eines Tischcomputers fragen können.

Herwig Feichtinger

Ing. Paul Haisenko

Zündanlage mit fester Schließzeit

Voraussetzung für wirtschaftlichen Verbrauch von Kraftstoff in einem Verbrennungsmotor ist eine Zündung, die in jeder Betriebssituation zuverlässige Entflammung des Gemisches gewährleistet. Die Entflammungskraft von Zündfunken und ihre Brennstabilität sind um so besser, je höher der Strom im Funkenlichtbogen ist. Ein hoher Strom verkürzt auch die Anstiegszeit der Hochspannung, vermindert dadurch die Verluste an den unvermeidlichen Leckwiderständen und bewirkt einen sicheren Funkenüberschlag.

Der maximal mögliche Spitzenwert des Funkenstroms in Spulenzündanlagen ist in etwa der Quotient aus dem Strom im primären Kreis der Zündspule im Augenblick der Unterbrechung und dem Übersetzungsverhältnis der Zündspule. Das Übersetzungsverhältnis kann nicht beliebig verkleinert werden. An der Sekundärseite ist eine Spannung bis etwa 30 kV erforderlich. Die Primärspannung soll bei mechanischem Unterbrecher 250 V...300 V nicht übersteigen. Bei höheren Spannungen bringt der Lichtbogen an den Unterbrecherkontakten zu hohe Verluste und ist schwer zu löschen. Bei einem Transistor-Unterbrecher darf die Primärspannung ca. 400 V erreichen. Transistoren für höhere Spannungen sind schwer beschaffbar und teuer. Das Übersetzungsverhältnis der Zündspule darf also mit Transistor-Unterbrecher nicht kleiner als 75 sein.

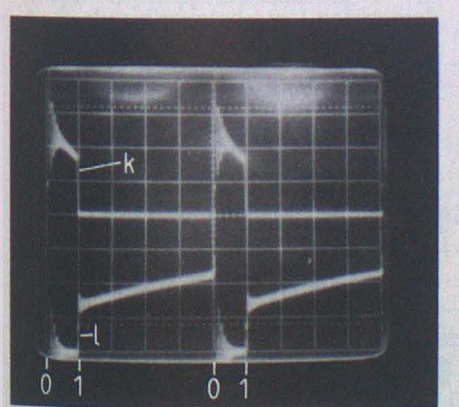


Bild 1. Betriebsverlauf bei hohen Drehzahlen. Zeitmaßstab: 0,5 ms/Teil.
0 = Unterbrechung (Zündzeitpunkt)
1 = Einschalten vom Primärstrom
k = Zündfunkenstrom (40 mA/Teil)
l = Primärstrom (4 A/Teil)

Forderungen an die Zündanlage

Um einen höheren Sekundärstrom zu erreichen, muß folglich der Primärstrom erhöht werden. Mechanische Unterbrecher scheiden hierbei aus, da sie einen so hohen Strom nicht vertragen. Gebräuchliche Transistoren lassen mit einem nicht zu hohen Spannungsabfall einen Strom von 8...10 A zu.

Für den exponentiellen Stromanstieg in der Zündspule während der Schließzeit ist bei hohen Motordrehzahlen nur eine kurze Zeitspanne verfügbar. Bei 6000 min^{-1} sind z. B. für die Schließ- und Unterbrechungszeit zusammen bei einem Vierzylinder-Motor (200 Funken/s) 5 ms, bei sechs Zylindern (300 Funken/s) 3,3 ms vorhanden. Die Induktivität muß aber so groß sein, daß der Spitzenstrom eine Energie von mindestens 80...90 mJ erzeugt, um die Kapazitäten vom Zündkreis bis zur erforderlichen Hochspannung aufzuladen und noch genügend Rest für den Funkenlichtbogen zu haben. Bei einem Spitzenstrom von 8 A sind 2,5 mH notwendig.

Mit einer Nenninduktivität von 3 mH (unter Berücksichtigung von Fertigungsstreuungen), einem Sicherheits-Begrenzungswiderstand von 1 Ω (einschließlich Eigenwiderstand der Spule), einer Batteriespannung von 14 V und einem Spannungsabfall im Transistor von 2 V wird der Strom von 8 A in 3,3 ms erreicht. Bei 6000 min^{-1} und sechs Zylindern bleibt dann keine Zeit mehr für den Funken selbst übrig, jedoch läßt sich dieser Umstand mit einem Kniff umgehen. Wenn die Unterbrechungsdauer schon bei etwas niedrigeren Drehzahlen auf z. B. 0,5 ms verkürzt wird, dann verbraucht der Zündfunke in dieser Zeit nicht die ganze in der Induktivität gespeicherte Energie. Die Restenergie verursacht bereits beim Schließen des Unterbrechers einen Strom, der während der Schließzeit nur noch wenig ansteigen muß, um den gewünschten Wert zu erreichen, so daß auch eine kürzere Schließzeit ausreicht (*Bild 1*).

Bei hohem Funkenstrom genügt für die zuverlässige Entflammung eine Funkendauer von 0,2...0,3 ms. Eine längere Brenndauer bringt unter solchen Bedingungen keine Vorteile. Die

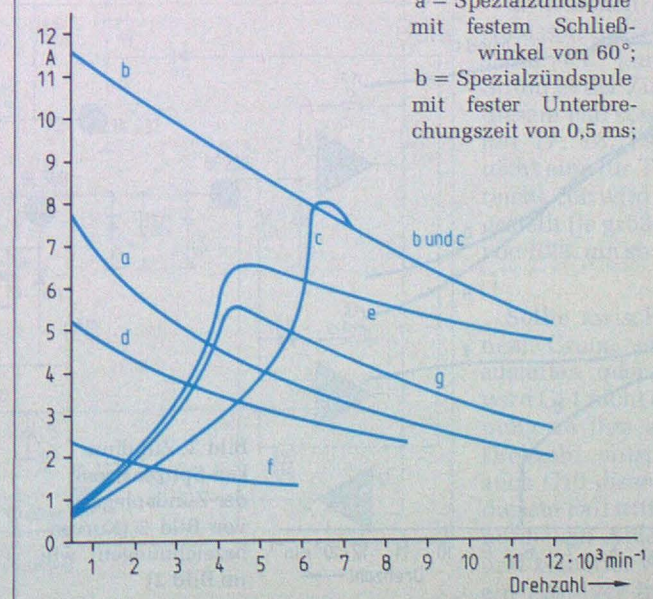


Bild 2. Stromverbrauch einiger Zündanlagen.
a = Spezialzündspule mit festem Schließwinkel von 60°;
b = Spezialzündspule mit fester Unterbrechungszeit von 0,5 ms;
c = Spezialzündspule mit fester Schließzeit von 4 ms;
d = Transistor-Zündspule von Bosch 0 221 122 001 mit festem Schließwinkel von 60°;
e = Transistor-Zündspule von Bosch 0 221 122 001 mit fester Schließzeit von 6 ms;
f = Hochleistungszündspule von Bosch 0 221 119 027 blau mit festem Schließwinkel von 60°;
g = Hochleistungszündspule von Bosch 0 221 119 027 blau mit Zusatz-Energiespeicher LZ9A8 und Vorwiderstand RZ9A8 mit fester Schließzeit von 6 ms

beschriebene Verkürzung der Unterbrechungszeit erhöht den Strom und verlängert sogar oft die Funkenbrenndauer bei hohen Drehzahlen! Mit diesem Kunstgriff bleibt der Funken-Spitzenstrom bis ca. 400 Funken/s unvermindert hoch.

Bei niedrigen Motordrehzahlen braucht aber eine solche Zündanlage sehr viel Strom. Das kann in einem Stau und bei Stadtfahrten eine leere Batterie zur Folge haben, da der Generator dann nicht genügend Strom liefert. Es führt auch zu übermäßiger Erhitzung der Zündspule und des Vorwiderstandes.

Die hier vorgestellte Zündanlage beseitigt diesen Nachteil. Für den Stromanstieg in der Induktivität sind nur ca. 3,3 ms notwendig. Während der ganzen übrigen Schließzeit des Unterbrechers fließt in den üblichen Anlagen der höchste Strom völlig unnötig. Diese Anlage hält die Schließzeit bei allen Drehzahlen auf dem günstigen Wert.

Bild 2 zeigt den Stromverbrauch einiger Zündanlagen bei verschiedenen Motordrehzahlen.Die einzige Aufgabe einer Zündanlage besteht darin, kräftige, heiße Zündfunken mit möglichst hohem Zündstrom zu erzeugen, gleichmäßig in allen Drehbereichen. In *Bild 3* ist zu sehen, wie die jeweilige Anlage diese Aufgabe erfüllt. In *Bild 4* ist die Brenndauer der Funken von Bild 3 aufgetragen. Sowohl für diese, als auch für alle weiteren hier gezeigten Kurven und Oszillogramme wurde bei den Messungen anstelle von Zündkerzen eine Freiluft-Funkenstrecke von 7 mm Länge mit einer zusätzlichen Parallelkapazität von 40 pF und einem Parallelwiderstand von 5 MΩ benutzt. Der Funkenüberschlag erfolgt dabei bei ca. 20 kV.

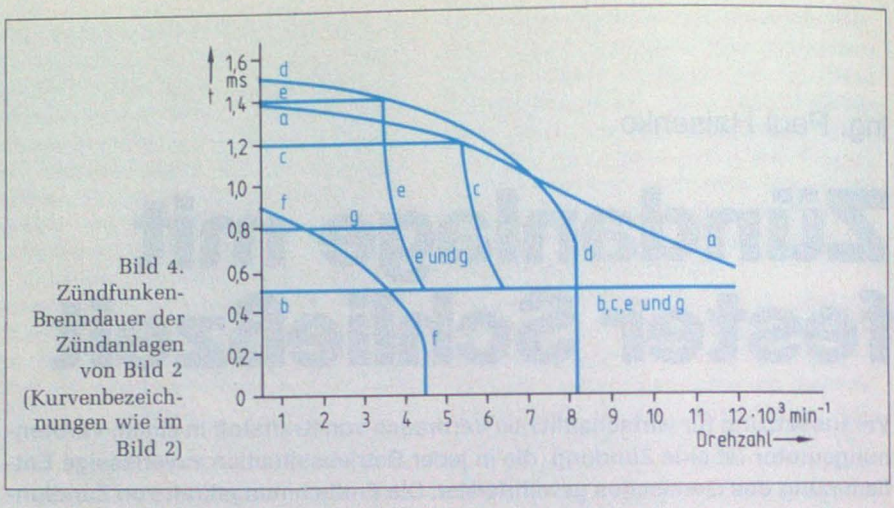


Bild 4. Zündfunken-Brenndauer der Zündanlagen von Bild 2 (Kurvenbezeichnungen wie im Bild 2)

Realisierung der Forderungen

Bild 5 zeigt die Schaltung der Zündanlage. Sie muß den kommenden Zündpunkt im voraus erkennen und den Stromfluß etwa 3,3 ms (oder eine andere, fest eingestellte Zeit) vorher einschalten. Die Ermittlung erfolgt aus dem Intervall der beiden gerade vorausgegangenen Unterbrechungen. Der Unterschied im zeitlichen Abstand der direkt aufeinanderfolgenden Zündungen ist – auch bei Beschleunigung oder Abbremsung – so gering, daß er vernachlässigt werden kann.

Positive Impulse vom Unterbrecher an Klemme K2 oder negative Impulse an Klemme K1 (die insbesondere auch für direkten Anschluß des kontaktlosen Unterbrechers AS16 von Anger geeignet ist) erzeugen am Ausgang vom Komparator 1 positive Rechteckimpulse definierter Dauer, die von C3 und R10 bestimmt wird. Mit den angegebenen Werten beträgt sie ca. 0,5 ms. Eventuelle Unterbrecher-Kontaktprellungen werden von D2 und R3 unterdrückt.

Die vordere Flanke jedes Impulses erreicht über T1, C5, R13, D11, T2, D12 als negativer Impuls den Minuseingang vom Komparator 2. Dieser sperrt daraufhin den bisher leitenden Transistor T5. T10 bekommt über R30, R31 keinen Basisstrom mehr, sperrt und ruft dadurch den Zündfunken hervor, bleibt dann bis auf weiteres im gesperrten Zustand. Bei Fehlen von Unterbrecherimpulsen (Motorstillstand) schaltet der T2 in Verbindung mit R16 und C5 den hohen Zündspulenstrom über T10 nach ca. 2 s dauerhaft ab. Das Wiedereinschalten erfolgt dann automatisch nach dem ersten Unterbrecherimpuls.

Der Kondensator C11 wird über die Konstantstromdiode I3 mit einem Konstantstrom aufgeladen, die Spannung steigt daher linear mit der Zeit an. Jeder Impuls vom Komparator 1 steuert über T1, R11, R12 den Transistor T6 durch, der dann C11 entlädt. Die Höhe der an C11 jeweils erreichten Spannung entspricht deshalb der Zeitspanne zwischen zwei aufeinander folgenden Unterbrecherimpulsen. OP1 ist ein Impedanzwandler für diese Spannung. Sein FET-Eingang benötigt praktisch keinen Strom. Die Spannung an seinem invertierenden Eingang muß infolge der starken Gegenkopplung über R23, D15 zwangsläufig der Spannung am positiven Eingang – also der Spannung an

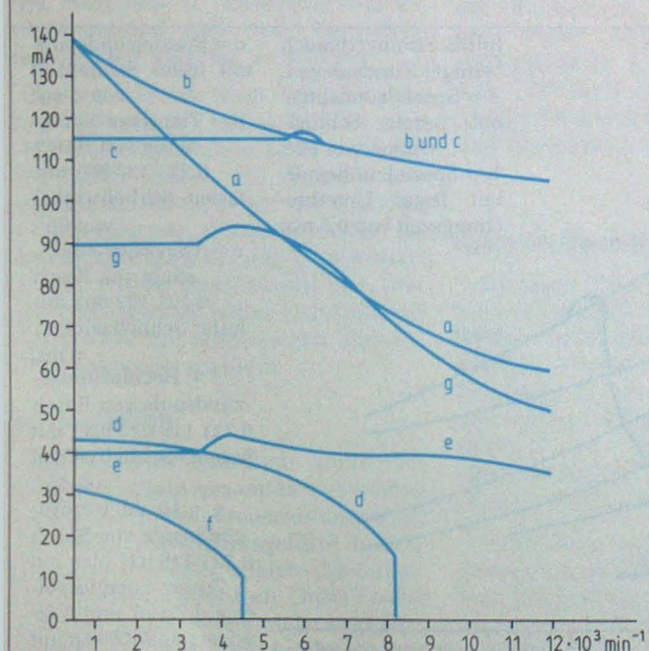


Bild 3. Zündfunken-Spitzenstrom der Zündanlagen von Bild 2 (Kurvenbezeichnungen wie im Bild 2)

C11 – folgen und ihr gleich sein. Diese niederohmige Quelle lädt C10 über R20 auf dieselbe Spannung auf, die am C11 erreicht wird. Wenn C11 entladen wird, behält aber C10 die vorher an C11 gelegene höchste Spannung weiter, da alle Entladewege gesperrt sind. Diese Spannung liegt am positiven Eingang von OP2. Da am anderen Eingang von OP2 dieselbe Spannung entstehen muß (wegen der Gegenkopplung über R22, R21), ist die Spannung am Ausgang von OP2 um den Spannungsabfall am R22, hervorgerufen durch den Konstantstrom von I2, niedriger. Diese, um einen definierten, konstanten Betrag niedrigere Spannung liegt als Vergleichsspannung an dem positiven Eingang vom Komparator 2, an dessen negativem Eingang direkt die Spannung von C11 über R24 ohne Spannungsabfall ankommt.

Solange die Spannung von OP2 höher ist als die Spannung an dem vorher entladenen C11, ist der Ausgang vom Komparator 2 positiv, T5 und somit auch T10 bleiben gesperrt. Wenn die linear ansteigende Spannung an C11 das Potential von OP2 erreicht, kippt Komparator 2 um. T5 wird durchgesteuert und liefert über R30, R31 einen Strom an die Basis von T10, der den Stromkreis der Zündspule schließt und die Stromflußphase einleitet.

Gleichzeitig kommt dabei über R18, C7 ein kurzer Impuls an die Basis von T4, der kurzzeitig leitend wird und C10 entlädt, der dann von OP1 bis zum nächsten Unterbrecherimpuls auf die neue Spitzenspannung von C11 aufgeladen wird, die wiederum der jetzigen Zeitspanne zwischen den Unterbrecherimpulsen entspricht und als Vergleichsspannung für den nächsten Zyklus über den Zündzeitpunkt hinaus stehen bleibt. Die beschriebenen Vorgänge sind in *Bild 6* veranschaulicht.

Zu welchem Zeitpunkt vor der Unterbrechung der Stromfluß eingeschaltet wird, bestimmt der Spannungsabfall am R22. Er wird durch den Strom von der Konstantstromdiode I2 hervorgerufen und ändert sich nicht. Da der Spannungsanstieg an C11 linear verläuft, bleibt die gegebene Schließzeit bei allen Motordrehzahlen gleich. Sie kann durch Änderung von R22 eingestellt werden.

Wenn der zeitliche Abstand der Unterbrechungen kleiner als die eingestellte Schließzeit wird (bei hohen Drehzahlen), bestimmt die Impulsdauer am Ausgang von Komparator 1 die Dauer der Unterbrechung und somit auch die Funkenbrenndauer (unabhängig vom Schließwinkel des Unterbrechers). Sie kann durch Änderung von R10 eingestellt werden. Der Strom in der Primärwicklung der Zündspule und im Zündfunken bekommt dann den im Bild 1 gezeigten Verlauf.

Bei sehr niedrigen Drehzahlen (z. B. beim Anlassen) wird C11 jeweils nach etwa 50 ms fast bis zur Batteriespannung aufgeladen. Die Spannung kann, wie auch am C10, nicht weiter ansteigen. Das Kippen vom Komparator 2 erfolgt aber einige Millisekunden vorher, und die Schließzeit dauert dann die restliche Zeit bis zur Unterbrechung, wird also um so länger, je langsamer der Starter dreht. Bei Abfall der Batteriespannung erreichen die Kondensatoren die Sättigungsspannung immer früher, und die Schließzeit verlängert sich immer mehr. Das kompensiert teilweise

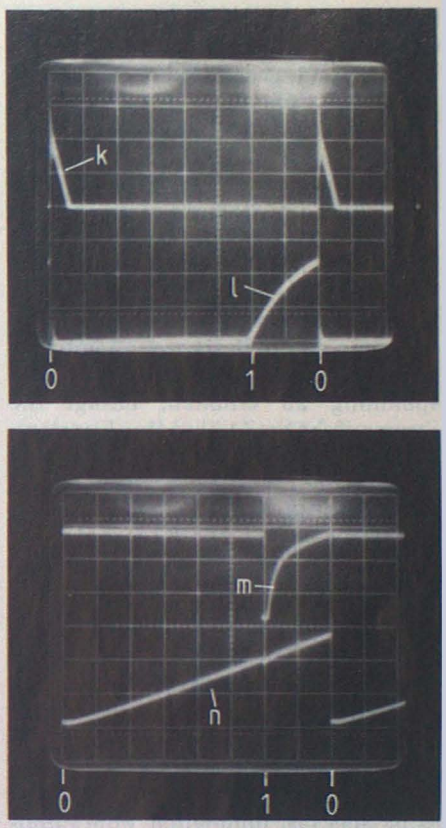
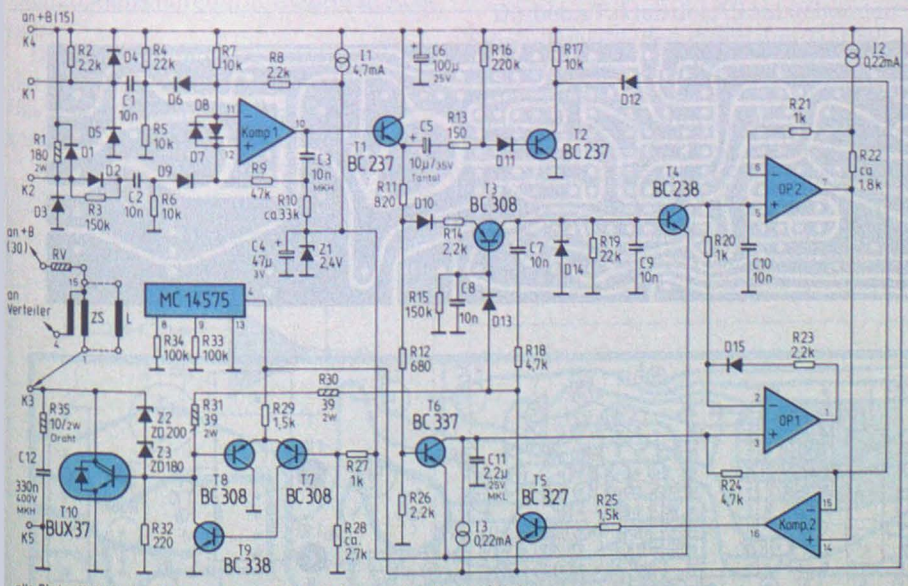


Bild 6. Betriebsverlauf der Zündanlage mit fester Schließzeit bei mittleren Drehzahlen. Zeitmaßstab: 2 ms/Teil.
0 = Unterbrechung (Zündzeitpunkt)
1 = Einschalten vom Primärstrom
k = Zündfunkenstrom, 40 mA/Teil
l = Primärstrom, 4 A/Teil
m = Spannung am C10, 1 V/Teil
n = Spannung am C11, 1 V/Teil



alle Dioden 1N4148 od., alle Kondensatoren 30V Keramisch, wenn nicht anders bezeichnet, R30+R31 auch ein Widerstand 82Ω/4W. Komp.1, Komp.2, OP1, OP2=MC14575.

Bild 5. Schaltung der Zündanlage mit fester Schließzeit

den Spannungsabfall und begünstigt das Anspringen.

In manchen Automodellen wird bei Anlassen ein Teil von dem Vorwiderstand RV kurgeschlossen, um den Strom in der Zündspule zu erhöhen. In diesem Fall sorgt die Strombegrenzung mit T7, T8, T9 dafür, daß der Strom nicht eine für T10 gefährliche Höhe erreicht. Sie wird mit R28 auf ca. 8 A eingestellt (je größer der Widerstandswert von R28, um so höher die Stromgrenze) [1].

Sollte zwischendurch aus irgendeinem Grund ein Unterbrecherimpuls ausfallen oder gestört werden, dann wird C11 nicht entladen, und die Spannung an ihm steigt höher, als es der Drehzahl entspricht. Dann speichert auch C10 diese zu hohe Spannung. In diesem Fall tritt T3 in Funktion, der bei normalem Ablauf ständig gesperrt ist und keinerlei Wirkung hat. Wenn aber ein positiver Impuls über D13 an der Basis wegbleibt, versetzt ihn der Unter-

brechungsimpuls über D10, R14 in leitenden Zustand, gelangt über ihn an die Basis von T4 und entlädt C10.

An der Zenerdiode Z1 wird eine Hilfsspannung von 2,4 V gewonnen. Sie sorgt dafür, daß die Spannungen an den Eingängen von Operationsverstärkern und Komparatoren niemals unter diesen Wert kommen, damit sie nicht ganz blockiert werden. Von dieser Hilfsspannung wird auch über R27 eine Vergleichsspannung für die Strombegrenzung an die Basis von T7 entnommen. Um die Stabilität der Vergleichsspannung zu erhöhen, erfolgt die Stromzufuhr für Z1 über eine Konstantstromdiode I1.

Anwendung

Die üblichen Spulenzündungen arbeiten mit festem Schließwinkel (normalerweise 60°, d. h. $^2/_3$ der Zeit). Die Stärke der Zündfunken fällt bei höheren Drehzahlen stark ab (Kurven a, d, f in den Bildern 2...4). Eine Zündanlage mit fester Unterbrechungszeit von ca. 0,5 ms (z. B. TZ7, Anger) gibt eine wesentliche und in den meisten Fällen ausreichende Verbesserung (Kurve b). Es ist aber fast unmöglich, eine Zündspule mit erträglicher Streuinduktivität und nicht zu hoher Eigenkapazität herzustellen, die einen Dauerbetrieb dieser Art ohne Schaden durch Überhitzung vertragen könnte. Solcher Dauerbetrieb ist nur mit einer zusätzlichen Parallelspule (z. B. LZ25A8) zu empfehlen [2]. Die zusätzliche Parallelinduktivität bewirkt auch noch eine beträchtliche Erhöhung der Funkenstärke. Der Stromverbrauch bei niedrigen Drehzahlen ist jedoch sehr hoch.

Es bereitet dagegen keine Schwierigkeiten, sehr gute Zündspulen für den Betrieb mit fester Schließzeit zu bauen, wie ihn diese Zündanlage bietet. Die Kurven a, b und c wurden mit einer solchen Spezialzündspule aufgenommen (Kurve b im Kurzbetrieb nur für die Dauer der Messungen). Die Daten sind in der *Tabelle* zusammengefaßt.

Mit dieser Spule ist der Einsatz der Zündanlage optimal (Kurve c). Die Spule kann aber auch für den üblichen (Transistor-)Betrieb mit festem Schließwinkel verwendet werden und gibt schon dabei viel stärkere Funken als jede handelsübliche Zündspule (Kurve a). Sie ist übrigens infolge der geringen Streuinduktivität und des niedrigen Widerstandes auch für Kondensator-Zündanlagen (HKZ) bestens geeignet.

Solange derartige Spulen nicht auf dem Markt sind, kann die Zündung aber mit Hilfe dieser Zündanlage auch mit vorhandenen Mitteln verbessert werden. Von den serienmäßigen Spulen hat die Transistor-Zündspule Bosch 0 221 122 001 eine passende Primärinduktivität von 3 mH. Mit dem vorgeschriebenen Vorwiderstand 0 227 900 101 (1 Ω) beträgt der gesamte Primärwiderstand 1,4 Ω. Bei einer Schließzeit von 6 ms (R22 ca. 2,7 kΩ) ergibt sich im Vergleich zu der üblichen Betriebsart mit festem Schließwinkel (Kurve d) ein niedriger Stromverbrauch bei kleinen Drehzahlen und eine deutliche Erhöhung des Zündfunkenstroms bei Drehzahlen über 4000 min^{-1} (Kurve e) ohne Überlastung der Spule. Da diese Spule eine sehr hohe Übersetzung hat (ü = 150), ist allerdings der Zündstrom recht niedrig.

Der doppelte Zündstrom wird erreicht bei Verwendung einer beliebigen handelsüblichen Zündspule (keine Transistor-Zündspule) in Kombination mit der Zusatzspule LZ9A8 (mit Vorwiderstand RZ9A8) der Firma Anger (Kurve g). Der Anschluß der Zusatzinduktivität L ist in der Schaltung im Bild 5 gestrichelt eingezeichnet. Am besten eignet sich für diesen Zweck die Zündspule DR 502 von Delco-Remy, da sie eine verhältnismäßig niedrige Streuinduktivität hat (ca. 300 µH).

Bild 7 zeigt die Leiterplatte und *Bild 8* den Bestückungsplan zum Aufbau der Schaltung. Die Leiterplatte ist so ausgelegt, daß sie in einen Kühlkörper hineinpaßt (z. B. Fischer SK 36, Seifert KL-104 o. ä.). Der Endtransistor T10 wird auf der Unterseite des Kühlkörpers isoliert befestigt und über die Befestigungsschrauben mit der Leiterplatte kontaktiert.

Tabelle: Daten einer Spezialzündspule für feste Schließzeiten

Primärinduktivität L	3 mH
Eigenwiderstand der primären Wicklung	0,1 Ω
Übertragungsverhältnis ü	80
Streuinduktivität	60 µH
Eigenkapazität	28 pF
Erforderlicher Vorwiderstand	(80 W) 0,91 Ω

Literatur

[1] *Haisenko, P.*: Basis-Emitter-Spannung von Transistoren als stromabhängige Steuerspannung. FUNKSCHAU 1971, Heft 14, Seite 447.

[2] Bessere Zündfunken. FUNKSCHAU 1978, Heft 14, Seite 647.

Stichworte zum Inhalt

Unterbrecherkontakt, Funkenlichtbogen, Zündspule, Zündfunkendauer, Schließwinkel

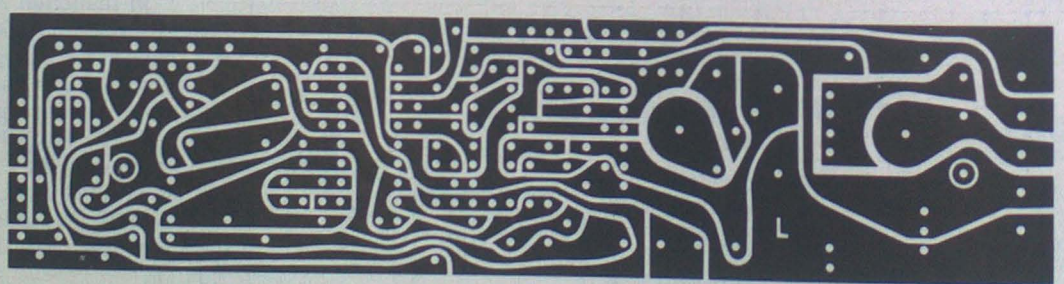


Bild 7. Leiterplatte zum Aufbau der Schaltung

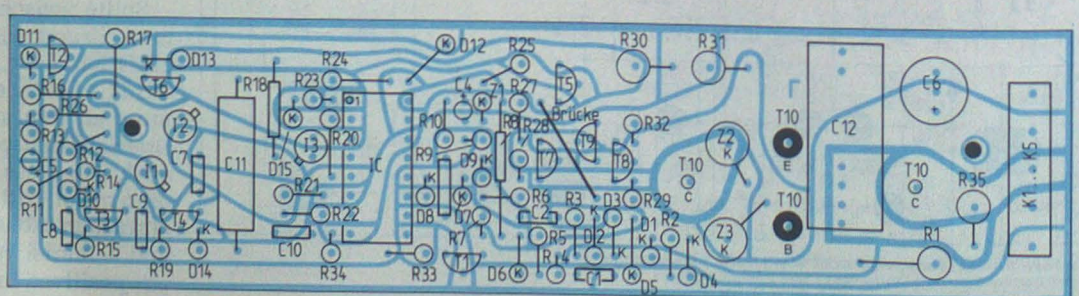


Bild 8. Bestückungsplan

Günther Pichlmaier

Steuerbarer Tiefpaß 4. Ordnung

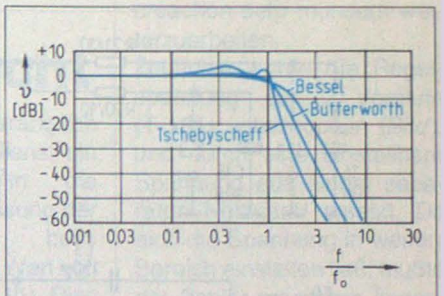


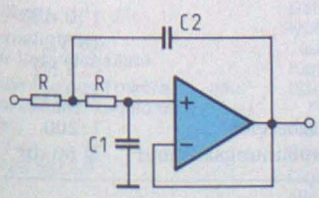
Bild 2. Beispiele für verschiedene Filtercharakteristiken

In der Musikelektronik verwendet man Tiefpässe, um den Oberwellengehalt der erzeugten Signale zu beeinflussen. Auch bei Experimenten im Nf-Bereich (Meßaufgaben, Eimerkettenspeicher, Rauschfilter) kann ein steiler Tiefpaß gute Dienste leisten. Ein für diese Zwecke geeignetes Filter sollte einfach aufzubauen sein, genügende Steilheit haben, und die Grenzfrequenz sollte einstellbar sein. Der hier beschriebene Tiefpaß kann zusätzlich mit einer externen Spannung gesteuert werden.

Als Grundschaltung wird der bekannte Tiefpaß 2. Ordnung nach *Bild 1* verwendet. Tiefpässe höherer Ordnung werden aus einer entsprechenden Anzahl dieser Grundbausteine zusammengesetzt. Die Faktoren a_i und b_i, nach denen die einzelnen Filter dimensioniert werden, werden für die gewünschte Filtercharakteristik und Ordnung aus Tabellen entnommen [1]. Beispiele für die verschiedenen Charakteristiken zeigt *Bild 2*. Außer im Dämpfungsverhalten unterscheiden sie sich auch im Einschwingverhalten, wobei die Bessel-Charakteristik am günstigsten abschneidet. Wie man Bild 1 entnehmen kann, wird die Grenzfrequenz durch RC-Glieder bestimmt. Bei Filtern höherer Ordnung, die abstimmbar sein sollen, benötigt man also Trimmer bzw. Drehkondensatoren mit mehreren Ebenen.

Da der Gleichlauf der einzelnen Glieder sowohl bei mechanischen als auch bei elektronischen analogen Systemen meistens nicht zufriedenstellend ist, wurde für diese Schaltung das in *Bild 3* dargestellte Prinzip verwendet. Ein Analogschalter (AS) bildet zusammen mit zwei Widerständen einen steuerbaren Widerstand, wenn der AS mit einer Rechteckschwingung mit veränderbarem Tastverhältnis angesteuert wird. Bei einem idealen Schalter ergeben sich zwei Zustände: a) R_s parallel mit R_p wirksam; b) nur R_p wirksam. Der reale AS besitzt jedoch die eingezeichneten Widerstände R_{on} (Übergangswiderstand bei „Ein") und R_{off} (Isolationswiderstand bei „Aus"). Dimensioniert man jedoch R_p sehr viel größer als R_s und kleiner als R_{off}, so ergeben sich vereinfacht zwei Zustände: R_s wirksam und R_p wirksam. Die genauen Zusammenhänge sind der Formel zu entnehmen.

Die beim Takten der AS entstehenden Störspitzen werden durch den Tiefpaßcharakter der Schaltung größtenteils unterdrückt. Um eine weitere Verbesserung des Störspannungsabstandes zu erreichen, kann noch ein weiterer Tiefpaß mit fester, über dem Durchstimmbereich liegender Grenzfrequenz nachgeschaltet werden. Um eine gute Trennung zwischen Nutz- und Störsignal zu erreichen, wählt man die Taktfrequenz möglichst hoch. Bei der Schaltung in *Bild 4* liegt sie ungefähr bei 200 kHz und die Grenzfrequenz des Ausgangsfilters bei 50 kHz. Da bei getakteten Systemen Störungen auftreten, wenn die Frequenz des Eingangssignals gleich der Taktfrequenz wird, ist außerdem noch ein Eingangsfilter mit einer Grenzfrequenz von 40 kHz vorgesehen. Die oberste Grenzfrequenz des eigentlichen Tiefpasses 4. Ordnung liegt bei 20 kHz und kann über einen Bereich von 1:200 gesteuert werden. Die Kondensatoren C 4...C 7 können je nach gewünschter Filtercharakteristik aus der *Tabelle 1* abgelesen und in die Schaltung eingesetzt werden. Die Durchgangsverstärkung des Tiefpasses beträgt 1. Die Taktfrequenz wird mit Hilfe von IC 3 erzeugt. Drei Inverter dieses ICs bilden einen Dreieckgenerator mit einer Folgefrequenz von ungefähr 200 kHz, die restlichen drei Inverter bilden einen Komparator, der aus der Dreieckspannung und der addierten Steuerspannung das Rechtecksignal mit variablem Tastverhältnis formt. Die Einstellung der Grenzfre-



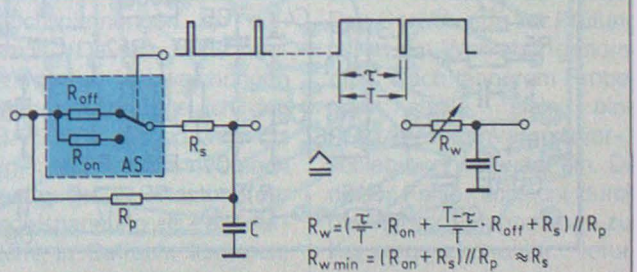
$$C2 = \frac{u_i}{f_G \cdot R} \qquad u_i = \frac{b_i}{\pi \cdot a_i}$$

$$C1 = \frac{v_i}{f_G \cdot R} \qquad v_i = \frac{a_i}{4\pi}$$

Bild 1. Grundschaltung für einen Tiefpaß 2. Ordnung

Tabelle 1. Kapazitätswerte für unterschiedliche Filtercharakteristiken

	C 4	C 5	C 6	C 7
Bessel	5,6 n	4,7 n	6,8 n	2,7 n
Butterworth	8,2 n	6,8 n	18 n	2,7 n
Tschebyscheff (1 dB)	22 n	10 n	56 n	1 n
Tschebyscheff (3 dB)	39 n	8,2 n	82 n	680 p



$$R_w = \left(\frac{\tau}{T} \cdot R_{on} + \frac{T-\tau}{T} \cdot R_{off} + R_s\right) /\!/ R_p$$

$$R_{w\,min} = (R_{on} + R_s) /\!/ R_p \approx R_s$$

$$R_{w\,max} = (R_{off} + R_s) /\!/ R_p \approx R_p$$

$R_s \ll R_p < R_{off}$

Bild 3. Prinzip für ein Filter nach der Schaltermethode

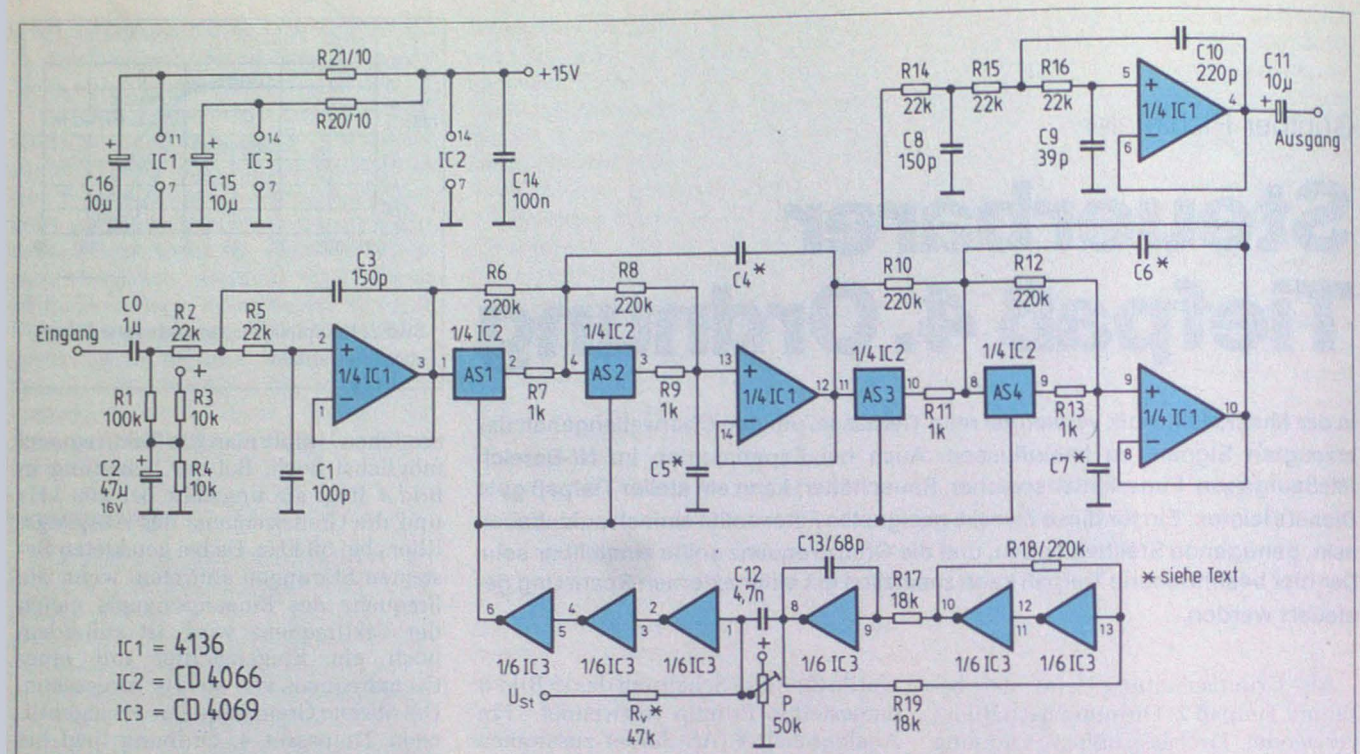
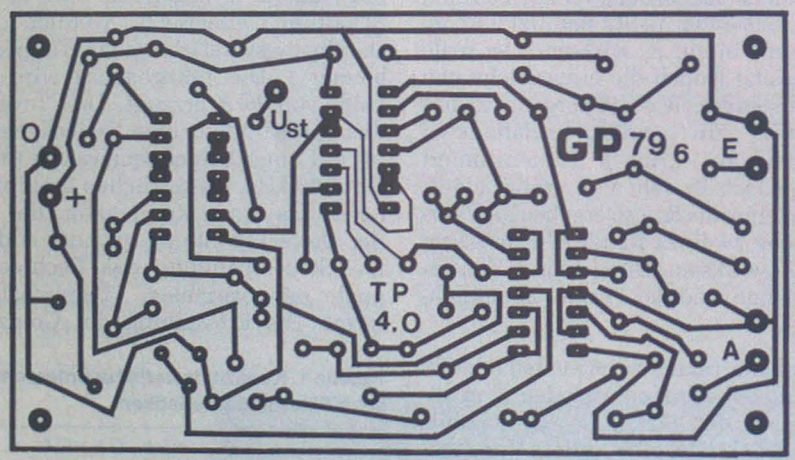


Bild 4. Gesamtschaltung für ein Tiefpaßfilter 4. Ordnung



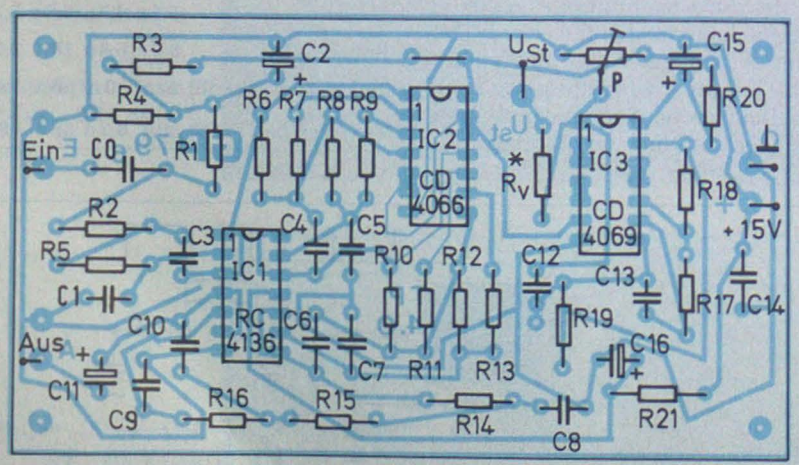


Bild 5. Platinen-Layout und Bestückungsplan für die Gesamtschaltung von Bild 4

quenz kann entweder mit dem Trimmer P erfolgen oder über eine extern zugeführte Spannung. Der Widerstand R_v ist dabei so anzupassen, daß mit der externen Quelle der gesamte Bereich gesteuert werden kann. Als Anhaltswert kann zunächst für R_v ein Widerstand von 47 kΩ eingesetzt werden.

Mit diesem VCF steht durch das Layout in *Bild 5* ein einfach aufzubauender Tiefpaß zur Verfügung, der für die unterschiedlichsten Anwendungen geeignet ist. Das verwendete Prinzip bleibt jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt, es läßt sich vorteilhaft überall dort einsetzen, wo ein hoher Gleichlauf einzelner Stellglieder erforderlich ist. Die technischen Daten können *Tabelle 2* entnommen werden.

Tabelle 2. Daten des Tiefpasses

U_B	15 V
V_o	1 (0 dB)
$U_{e\ max}$	13 V_{ss}
f_u	< 5 Hz
$f_{o\ max}$	20 kHz
Steuerbereich	1:200
Störspannungsabstand	≧ 60 dB

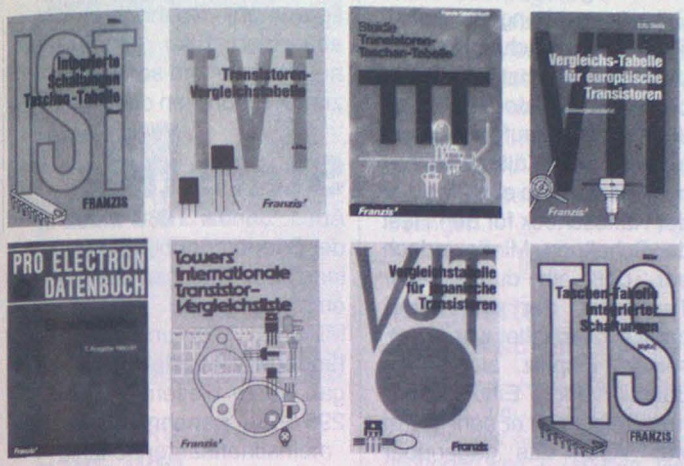
Literatur

[1] *Tietze, Schenk:* Halbleiterschaltungstechnik.
[2] National Semiconductor: CMOS Databook.

Stichworte zum Inhalt

Oberwellenfilter, Bessel-Filter, Butterworth-Filter, Tschebyscheff-Filter.

...mit den Augen des Profis – Transistoren und Dioden, ihre Anschlüsse und Daten in den Franzis-Tabellenbüchern



★ **Pro Electron Datenbücher**
enthalten alle bei Pro Electron gemeldeten und lieferbaren Halbleiter.
Die kennzeichnenden Daten sind in diesen Tabellenwerken am umfangreichsten.

★ **Neuerscheinung**
Einzelhalbleiter.
7. Ausgabe 1980/81, 221 Seiten, Großformat mit Dioden, Thyristoren, Optisch-elektronische Elemente.
Kart. DM 48.–
ISBN 3-7723-6891-3

(Diskrete) **Halbleiter.**
7. Ausgabe 1979/80, 177 Seiten, Großformat, zahlreiche Gehäuseabbildungen.
Kart. DM 48.–
ISBN 3-7723-5945-0

Integrierte Schaltungen analog.
3. Ausgabe 1978/79, 290 Seiten mit zahlreichen Logik-Schaltplänen.
Kart. DM 48.–
ISBN 3-7723-6023-8

Integrierte Schaltungen digital.
3. Ausgabe 1978/79, 274 Seiten mit zahlreichen Logik-Schaltplänen. Kart. DM 48.–
ISBN 3-7723-6073-4

VJT – Vergleichstabelle für japanische Transistoren.
Rund 5000 Transistoren mit rund 50 000 Daten. Von Hans-Günther **Steidle.** 352 Seiten, 220 Abbildungen.
Kart. DM 28.–
ISBN 3-7723-6511-6

★ **Neuauflage**
ITV – Internationale Transistor-Vergleichsliste.
Von Thomas Dundas **Towers.** 2., neu bearbeitete Auflage. Großformat, 300 Seiten.
Kart. DM 34.–
ISBN 3-7723-6272-9

★ **Neuauflage – soeben erschienen**
TTT – Transistoren-Taschen-Tabelle
Rund 23 000 Transistoren mit ihren kennzeichnenden Daten. Von Hans Günther **Steidle.** – 12., völlig neu bearbeitete Auflage. 424 Seiten, 450 Abbildungen.
Lwstr-geb. DM 34.–
ISBN 3-7723-5442-4

IST – Integrierte Schaltungen-Taschen-Tabelle.
Linear. Von Heinrich **Müller.** – 2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 496 Seiten, 900 Abbildungen.
Kart. DM 28.–
ISBN 3-7723-6042-4

TVT – Transistoren-Vergleichs-Tabelle.
Transistoren im Typenvergleich. 5., neu bearbeitete Auflage, 312 Seiten.
Kart. DM 34.–
ISBN 3-7723-5555-2

VTT – Vergleichstabelle für europäische Transistoren.
Transistoren im Datenvergleich. Von Günther **Seitz** und Hans-Günther **Steidle.** – 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 413 Seiten.
Kart. DM 34.–
ISBN 3-7723-5002-X

FET – Internationale FET-Vergleichsliste.
Amerikanische, europäische und japanische Feldeffekt-Transistoren mit elektrischen und mechanischen Daten, Herstellern und Vergleichstypen. Von Thomas Dundas **Towers.** 70 Seiten.
Kart. DM 22.–
ISBN 3-7723-6611-2

TIS – Taschentabelle Integrierte Schaltungen.
Digital. Von Heinrich **Müller.** 496 Seiten. Kart. DM 28.–
ISBN 3-7723-6401-2

Franzis-Bücher erhalten Sie durch jede Buchhandlung sowie in den einschlägigen Fachhandlungen. Bestellungen auch an den Verlag.

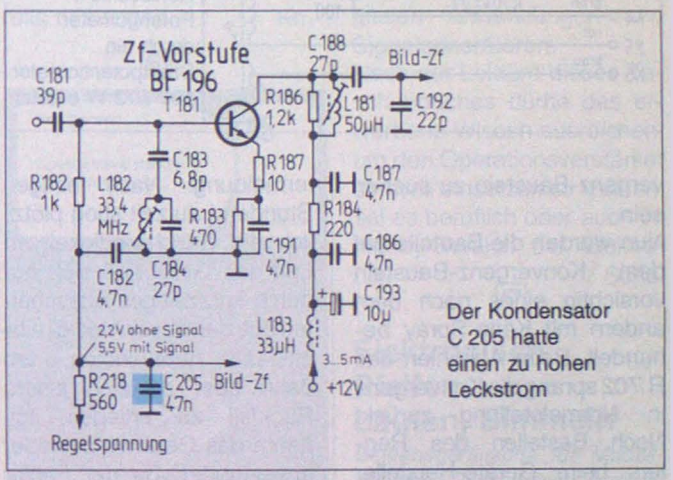
Franzis' der große Fachverlag für angewandte Elektronik

VHF verrauscht

Mit dieser Fehlerangabe brachte der Außendienst ein Farbfernsehgerät in die Werkstatt. Eine Messung der Antennenspannung beim Kunden ergab einen Wert von 55 dBµV (auf Kanal 11). Dies war zwar kein sehr hoher Wert, jedoch mußte der Fernseher damit einwandfrei arbeiten. Zu meinem Erstaunen lieferte das Gerät in der Werkstatt bei einem VHF-Pegel von 70 dBµV ein einwandfreies Bild. Da eine Spannungsmessung am und im VHF-Tuner auf keinen Fehler hinwies, wurde ein Testbildgenerator an die Antennenbuchse angeschlossen und der Ausgangspegel variiert. Eine gleichzeitige Überprüfung der Regelspannung am Zf-Teil ergab, daß sich diese nur in geringem Maße änderte während die Regelspannung am Tuner den vorgeschriebenen Werten entsprach. Die Erzeugung der Regelspannung erfolgt im IC 331 = TBA 500P. Um den Fehler weiter einzukreisen, überprüfte ich zunächst die Gleichspannungen an diesem IC. Da sich keine nennenswerten Abweichungen ergaben, erneuerte ich den TBA 500P – jedoch ohne Erfolg. Jetzt konnte nur noch eine zu große Belastung der Regelspannung als Fehlerursache in Betracht kommen. Es war jetzt natürlich wegen der vielen möglichen Fehlerursachen sehr mühsam weiterzuarbeiten.

Zunächst wurde die Regelspannung zur Zf-Vorstufe (T 181) unterbrochen (*Bild*), und durch eine einstellbare Spannung aus einem separaten Netzgerät ersetzt. Da sich die Spannung in weitem Bereich einstellen ließ, mußte der Fehler woanders liegen. Desgleichen wurde mit der zweiten Zf-Stufe verfahren; auch hier zeigte sich kein Fehler. Jetzt konnte praktisch nur noch C 205 einen Schluß haben. Eine Überprüfung mit dem Ohmmeter ergab, daß er einen Übergangswiderstand von ca. 50 kΩ aufwies. Nach Erneuern des Kondensators und Einstellen der Regelspannung arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

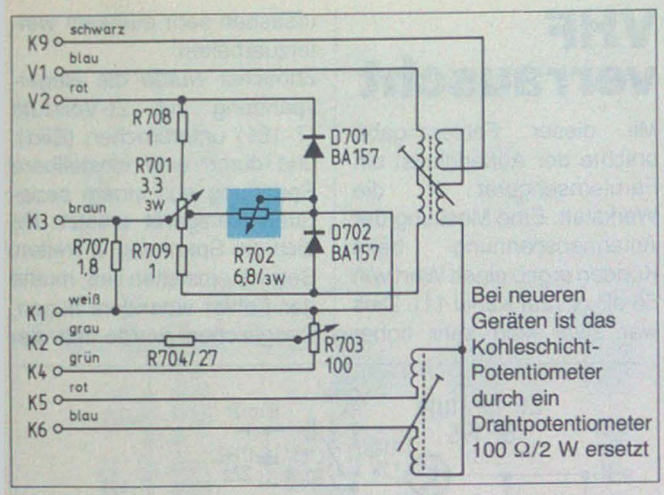
Ulrich Petereit



Der Kondensator C 205 hatte einen zu hohen Leckstrom

Konvergenzfehler

Bei einem neueren Farbfernsehgerät mit 20-AX-Bildröhrensystem beanstandete der Kunde folgendes: Nach längerem Betrieb, etwa zwei Stunden, wäre um die Gegenstände ein roter und blauer Schatten zu sehen. Das Gerät wurde zur Prüfung mit in die Werkstatt genommen. Nach längerem Probelauf stellte sich eine Rot/Blau-Konvergenzverschiebung horizontal ein. Da dieser Fehler schlecht durch die Mehrpol-Magnetringe zur Konvergenzkorrektur verursacht werden konnte, mußte der Fehler wohl in dem Kon-



vergenz-Baustein zu suchen sein.

Nun wurden die Bauteile auf dem Konvergenz-Baustein vorsichtig eines nach dem andern mit Kälte-Spray behandelt. Beim Abkühlen des R 702 sprang die Konvergenz in Normalstellung zurück. Nach Bestellen des Reglers beim Geräte-Hersteller wurde uns eine Änderungsmitteilung und anstatt des Kohleschichtpotentiometers ein Drahtregler 100 Ω/2 W zugesandt.

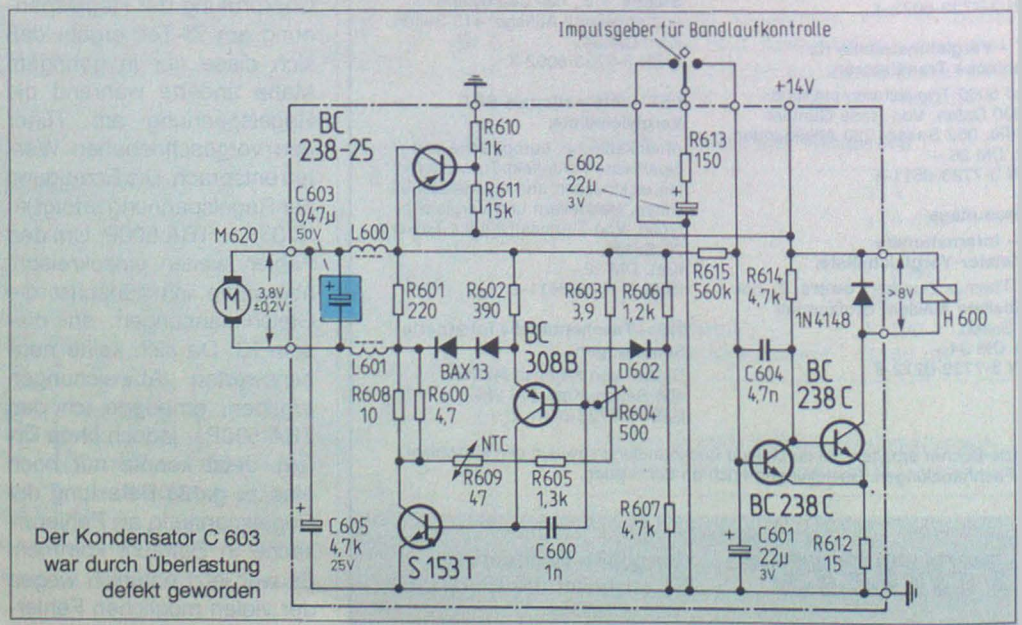
Nach Einbau des Drahtreglers und anschließenden Probelauf konnte das Gerät dem Kunden ausgehändigt werden.

Bruno Peterburs

Kassettenrecorder läuft zu schnell

Ein Autotonbandgerät wurde mir mit der Fehlermeldung „Motor defekt" zur Reparatur übergeben. Nach Gehäusemontage drehte ich den Motor von Hand, was sehr schwer ging und Geräusche verursachte. Die Fehlerursache war ein Stück vom Magneten, das sich losgelöst hatte und nun an nicht vorgesehener Stelle für Reibung sorgte. Nach Krümelentfernung und Rekonstruktion des Gerätes erfolgte ein erfolgreicher Probelauf und das Gerät wurde dem Kunden zurückgegeben. Nach einem Tag war das Gerät wieder da, mit neuer Fehlermeldung: Nach einigen Stunden Laufzeit stieg plötzlich die Geschwindigkeit an und das Gerät ließ sich nur durch kurzzeitiges Ausschalten aus der Geschwindigkeitsekstase herausholen, um dann aber sogleich einem Rückfall zu erliegen. Ich nahm das Gerät also wieder auseinander. Da der Fehler erst nach einer gewissen Zeit aufgetreten war und nach kurzzeitigem Ausschalten ebenso kurzzeitig verschwunden war, vermutete ich einen Wärmefehler. Weil der Recorder beim Einschalten wieder normal lief, stellte ich eine Arbeitsleuchte zum Aufheizen direkt an die Motorregelelektronik. Auch nach einer halben Stunde war es dem Gerät noch nicht warm genug; ich kramte eine alte C-120-Kassette raus, die durch ihre Schwergängigkeit die Regelelektronik zum Schwitzen bringen sollte. Tatsächlich; nach kurzer Zeit passierte es. Jetzt wurden die beiden Transistoren, denen die Regelungsaufgabe zugeteilt war, mit Kältespray behandelt. Ebenso erfolglos war der Kälteschock für den Rest der Schaltung. Mir fiel jedoch auf, daß ein dunkelblauer Tantalelko, der zum Motor parallel geschaltet war (*Bild*), seinen Eispelz als erstes Bauteil verlor. Eine Berührung zeigt, daß er sehr warm war. Auch das gegenüber seinen Kollegen recht dunkle Blau machte mich stutzig. Nach Austausch und erneuter Temperaturtortur trat der Fehler nicht wieder auf. Anders als im Schaltbild angegeben war kein 50-V-, sondern ein 25-V-Elko eingebaut. Und wie sich auf dem Oszilloskop zeigte, waren die Störspannungsspitzen auf der Motorspannung wesentlich höher als 25 V, wenn man den Motor stark bremste. Die beim ersten Fehler aufgetretene Schwergängigkeit durch die Spannungsspitzen hatten wahrscheinlich eine teilweise Zerstörung des Elkos zur Folge. Wurde der Elko durch längeren Betrieb aufgeheizt, entstand ein Leckstrom, der die nach dem Prinzip des negativen Vorwiderstandes arbeitende Regelung täuschte; diese vermutete eine Belastung des Motors und bewilligte mehr Spannung, was aber den Elko erst recht heißmachte und so weiter bis zum Hochdrehen des Motors.

Heinz Gerdes



Der Kondensator C 603 war durch Überlastung defekt geworden

Statistik

Am 1. Januar 1980 waren in der Bundesrepublik Deutschland 19,4 Millionen Fernsehempfangsgeräte und 21,1 Millionen Tonrundfunkempfänger angemeldet. Weiterhin gab es zu diesem Zeitpunkt 295 656 genehmigte Gemeinschaftsantennenanlagen. Etwa 7,5 Millionen Wohneinheiten sind über eine Gemeinschaftsantennenanlage versorgt, das entspricht ca. 37 % der mit einem Fernsehgerät ausgestatteten Haushalte. Die diesjährige Zuwachsrate dürfte nach Schätzungen der Deutschen Bundespost bei etwa 10 % liegen. Im Bundesgebiet gibt es zur Zeit knapp 150 Gemeinschaftsantennenanlagen, die mehr 1000 Wohneinheiten umfassen. Der Trend geht also zur Gemeinschaftsantenne. Dem Fachhandel und dem Fachhandwerk bietet sich als Betätigungsfeld statt der immer mehr zurückgehenden Einzelantenne nun der Bereich hinter dem Hausübergabepunkt an.

Mikrocomputer Hard- und Software-Praxis

Von Rolf-Dieter Klein. 220 Seiten, 125 Abbildungen, 6 Tabellen. Lwstr.-geb. 38 DM. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-6811-5

Bedauerlicherweise geht aus dem Titel nicht hervor, worum es sich eigentlich handelt: nämlich um das bisher wohl umfassendste Buch über Hardware, Systemsoftware, Anwenderprogramme und Peripheriebausteine für die Z-80-Mikrocomputer-Familie. Der Verlag hätte sich nicht zu schämen brauchen, auch das für Sachfremde unverständlich klingende „Z 80" in den Titel aufzunehmen, handelt es sich bei diesem Prozessor mittlerweile doch um so etwas wie einen Industriestandard, und jene, für die das Buch geschrieben ist, erfahren erst durch jenes Zauberwort, daß es speziell für sie geschrieben ist.
Rolf-Dieter Klein beschreibt die Registerstruktur, die Signale an den einzelnen Pins und den Befehlssatz der CPU Z 80 in sehr übersichtlichen Tabellen, den Anschluß von Peripherie über parallele und serielle Schnittstellen, A/D- und D/A-Umsetzer, Digitalisierer und vieles mehr. Im Abschnitt „Software" folgen nützliche Programme wie z. B. zwei Disassembler (einer in Basic), diverse Testhilfen und sogar ein CP/M-Betriebssystem, jeweils mit ausführlichem Assembler-Listing, gut kommentiert und leicht auf beliebige Z-80-Systeme übertragbar.
Das Buch setzt ein gewisses Elementarwissen auf dem Mikrocomputer-Sektor voraus. Allen, die mit Z-80-Systemen zu tun haben, erspart es aber eine Menge Zeit mit fertig entwickelten Standardlösungen. Fe.

F'

Integrierte Bipolarschaltungen

Von Dr.-Ing. Hans-Martin Rein und Dipl.-Ing. Roland Ranft. 1. Auflage, 290 Seiten mit 198 Abbildungen und 7 Tabellen. Geheftet 68 DM. Aus der Buchreihe „Halbleiter-Elektronik" Band 13. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
ISBN 3-540-09607-8

Dieser weitere Band aus der Halbleiter-Elektronik-Reihe beschäftigt sich mit dem heute sehr aktuellen Gebiet der integrierten Schaltungen, und aus diesem speziell mit den integrierten Bipolarschaltungen. Mit dieser Reihe wird dem Elektroniker ein Arbeitsmittel angeboten, das sich in gleicher Weise zur Aus- und Weiterbildung verwenden läßt. Beides ist heute erforderlich, um nicht den Anschluß zur ständigen Fortentwicklung der Halbleitertechnik zu verlieren.
Den Einstieg bildet ein Kapitel mit der Erläuterung verwendeter Bezeichnungen und Symbole, was bisher leider nicht bei allen Bänden der Reihe eingehalten wurde. Danach folgt die „Herstellung integrierter Schaltungen"; vom Entwurf über technologische Verfahren bis hin zu Isolationsverfahren werden die einzelnen Fertigungsschritte mehr oder minder ausführlich erklärt. In dem Kapitel „Elemente integrierter Schaltungen" wird dann auf die verschiedenen Funktionselemente bipolarer Schaltungen eingegangen. Erst in den darauffolgenden Kapiteln „Integrierte Digitalschaltungen" und „Integrierte Analogschaltungen" werden die speziellen Probleme der Bauelemente beider Signalverarbeitungsmöglichkeiten genauer erklärt. Das sehr ausführliche Literaturverzeichnis bietet dem Interessierten Auskunft über viele weitere Nachschlagewerke.
Das Werk eignet sich sowohl zur Vorlesungsbegleitung für Studierende als auch für Elektroniker, die das Grundwissen eines Studiums bereits mitbringen. Kn.

F'

Operationsverstärker-Anwendung

Ein Wegweiser zur Verwirklichung eigener Ideen mit dem „Bauelement" Operationsverstärker. Von Dieter Hirschmann. 3., verbesserte Auflage mit 189 Abbildungen auf 164 Seiten. Kart. 10,80 DM. RPB-electronic-taschenbuch Nr. 65. Franzis-Verlag, München.
ISBN 3-7723-0653-5

Eine Fülle von Einsatzmöglichkeiten für den Operationsverstärker bietet der Autor dem Leser an. Vorausgesetzt werden grundsätzliche Kenntnisse über die Arbeitsweise des Operationsverstärkers, wie sie z. B. in dem RPB-Taschenbuch Nr. 64 vom gleichem Verfasser vermittelt werden.
Der Autor verzichtet im vorliegenden Band darauf, komplett bemessene Schaltungen vorzustellen. Die Schaltungen sind nicht als Bauanleitungen aufzufassen, sondern sollen Denkanstöße geben für eigene Lösungen. Dazu sind wichtige Hinweise und zahlreiche Formeln zu den behandelten Schaltungen angegeben.
Zunächst werden die Grundschaltungen mit ihren Varianten vorgestellt und Maßnahmen zur Optimierung ausführlich erläutert. Es folgen dann lineare und nichtlineare Anwendungen, zu denen z. B. Logarithmierer und Multiplizierer gehören. Weiter geht es mit aktiven Filtern, digitalen Anwendungen und Signalgeneratoren.
Nach der Lektüre dieses Taschenbuches dürfte das erworbene Wissen ausreichen, um den Operationsverstärker sinnvoll einsetzen zu können, sei es beruflich oder auch im Hobby-Bereich der Elektronik. Scho.

F'

Elektronisch Pfeifen, Läuten, Bimmeln

Betriebsgeräusche für Modellbahnen – elektronisch erzeugt. Erweiterte Neuauflage mit Super-Fahrpult und Lokgeräusch für Spur N. Von Friedhelm Schiersching. 2. erweiterte Auflage, mit 49 Zeichnungen, 10 Fotos und zahlreichen Tabellen. Kart. lamin. 12,80 DM. Aus der Reihe: Telekosmos Hobby-Elektronik, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
ISBN 3-440-04775-X

Modelleisenbahner, die ihre Anlage mit Originalgeräuschen aus dem Bahnbetrieb ausstatten wollen, sind weitgehend auf den Selbstbau angewiesen, da die Industrie hier nur wenig anbietet.
Hoch anzurechnen ist dem Autor, daß er keine exotischen Bauteile vorschreibt und auch Bezugsquellen angibt. Das Buch ist so aufgebaut, daß auch Modellbahner mit geringen Kenntnissen der Elektronik in der Lage sein dürften, die Schaltungen aufzubauen und die Fehler zu suchen.
Erleichtert wird der Nachbau außerdem dadurch, daß Platinen-Layouts mit Bestückungsplänen abgebildet sind.
Der Vollständigkeit halber wurde in dieser Auflage noch ein komfortables elektronisches Fahrpult ergänzt. Scho.

Neue Druckschriften

Die **Völkner-Sonderliste 4/80** enthält auf 144 Seiten ein umfangreiches Angebot an Bauteilen und Geräten der Elektronik. Auch sind wieder zahlreiche Sonderangebote zu finden.
(Völkner electronic, Postfach 5320, 3300 Braunschweig)

F'

In dem umfangreichen, 274 Seiten starken Handbuch mit Lieferübersicht werden Gebläse, Lüfter und andere Geräte von Rotron beschrieben. Das mit vielen Fotos, Tabellen, Kurven und Diagrammen illustrierte Buch enthält die ausführlichen Daten, Spezifikationen und Anwendungshinweise über das breite Angebot an **Ventilatoren und Lüftern,** die strengen in- und ausländischen Anforderungen, auch im militärischen Bereich, entsprechen. Im ersten Abschnitt werden anhand von Formeln und Kurven grundlegende Betrachtungen u. a. über Luftströme und Kühlung, Leistung, Lebensdauer der Geräte, Geräuschentwicklung sowie Auswahl des Lüfters angestellt. Es folgen allgemeine Applikationshinweise, zu denen auch die Strömungsgeschwindigkeit, der Parallel- bzw. Reihenbetrieb sowie verwendbare Flügelformen und die Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen gehören. Zusätzlich bringt das Handbuch detaillierte technische Daten über die lieferbaren Motoren, die Lüfter (Radial, Axial, Zentrifugal) mit ihren verschiedenen Flügelformen und Mehrfachgebläse. Maßzeichnungen sowie Kurven über die Luftfördermenge jedes einzelnen Gerätes und der Luftleistung in Abhängigkeit von der Motorleistung erleichtern die Auswahl des richtigen Gebläses bzw. Lüfters.
(Cosmos Electronic GmbH, Hegelstraße 16, 8000 München 83)

F'

Von General Electric steht jetzt die **6. Ausgabe des SCR-Manuals** mit Ergänzungen über Triacs und neuen Thyristoren zur Verfügung. Hierin schlagen sich 16 Jahre praxisnahe Erfahrung mit Thyristoren nieder. Viele Kapitel wurden überarbeitet und mit neuen Erkenntnissen der letzten fünf Jahre ergänzt. Auf 730 Seiten werden u. a. folgende Bereiche behandelt: Grundlagen über Aufbau und Betriebsweise; Grenz- und Kennwerte; Zündbedingungen; dynamische Eigenschaften; Serien- und Parallelbetrieb; statische Schalter; Motorsteuerungen; Nullspannungsschaltung; Inverter; Absicherung von Thyristoren; Maßnahmen gegen Spannungsspitzen und Hf-Störungen; Montage- und Kühlbedingungen; Thyristorzuverlässigkeit und Prüfschaltungen. Ein Stichwortverzeichnis schließt dieses außerordentlich lehrreiche Fachbuch ab, das unter der Bezeichnung GE-SCR-Manual Nr. 6 gegen eine Schutzgebühr von DM 15,– erhältlich ist (inkl. MwSt. und Versandspesen).
(Enatechnik, Postfach 1240, 2085 Quickborn)

F'

Müller & Weigert, das Meßgerätewerk der ITT Bauelemente Gruppe in Nürnberg, hat einen vollständig überarbeiteten Katalog **Digitale Meßgeräte** unter der Bezeichnung **D 80** herausgebracht. Neu ist die Einleitung mit Begriffsdefinitionen, die für den Anwender besonders wichtig sind. Erstmalig sind darin ein Drucker in DIN-Format 96 x 48 auf Mikroprozessorbasis, zwei Zähler in fünf- und sechsstelliger Ausführung, Komparatoren und alphanumerische Anzeigen im Format 144 x 36 aufgeführt. Zusätzliche Hilfestellung für den Anwender bedeutet jeweils eine ausführliche Bedienungsanleitung in deutscher Sprache einschließlich Schaltbild und Verdrahtungsbeispiele. Das traditionelle Programm wurde um ein 4 $^1/_2$-stelliges Gerät erweitert, das in Modulbauweise aufgebaut ist und Meßbereichskarten für DC/AC/Effektivwerte sowie Spitzenwertmessungen enthält. Der Katalog enthält Bruttopreise und wird auf Anforderung kostenlos zur Verfügung gestellt.
(ITT Bauelemente, Postfach 4756, 8500 Nürnberg)

F'

Die farbige Druckschrift **Microcomputersystem ESN-85** beschreibt ausführlich die Komponenten eines speziell für den Forschungsbereich konzipierten, professionellen Microcomputersystems. Ca. 20 verschiedene Baugruppen im Europafomat lassen sich für die unterschiedlichsten Steuer- und Regel-Aufgaben beliebig kombinieren. Durch seine robuste Bauweise und sorgfältige Verarbeitung ist das System auch für industrielle Anwender gut geeignet.
Die Druckschrift ist kostenlos erhältlich.
(Ingenieurbüro KDM, Kaplaneigasse 8, 6107 Reinheim 1)

F'

Von Vitrohm sind folgende beiden Druckschriften erhältlich: **Dickschichtschaltungen** und **Metallglasur-Schichtwiderstände.** Auf 20 bzw. 12 Seiten findet der Anwender hier die für ihn wichtigsten Informationen. Die Druckschriften werden auf Anforderung kostenlos abgegeben.
(Vitrohm, Siemensstraße 7, 2080 Pinneberg)

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 12

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 aimilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Dänemark: Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87.– **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern), – **Frankreich:** Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1981 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.